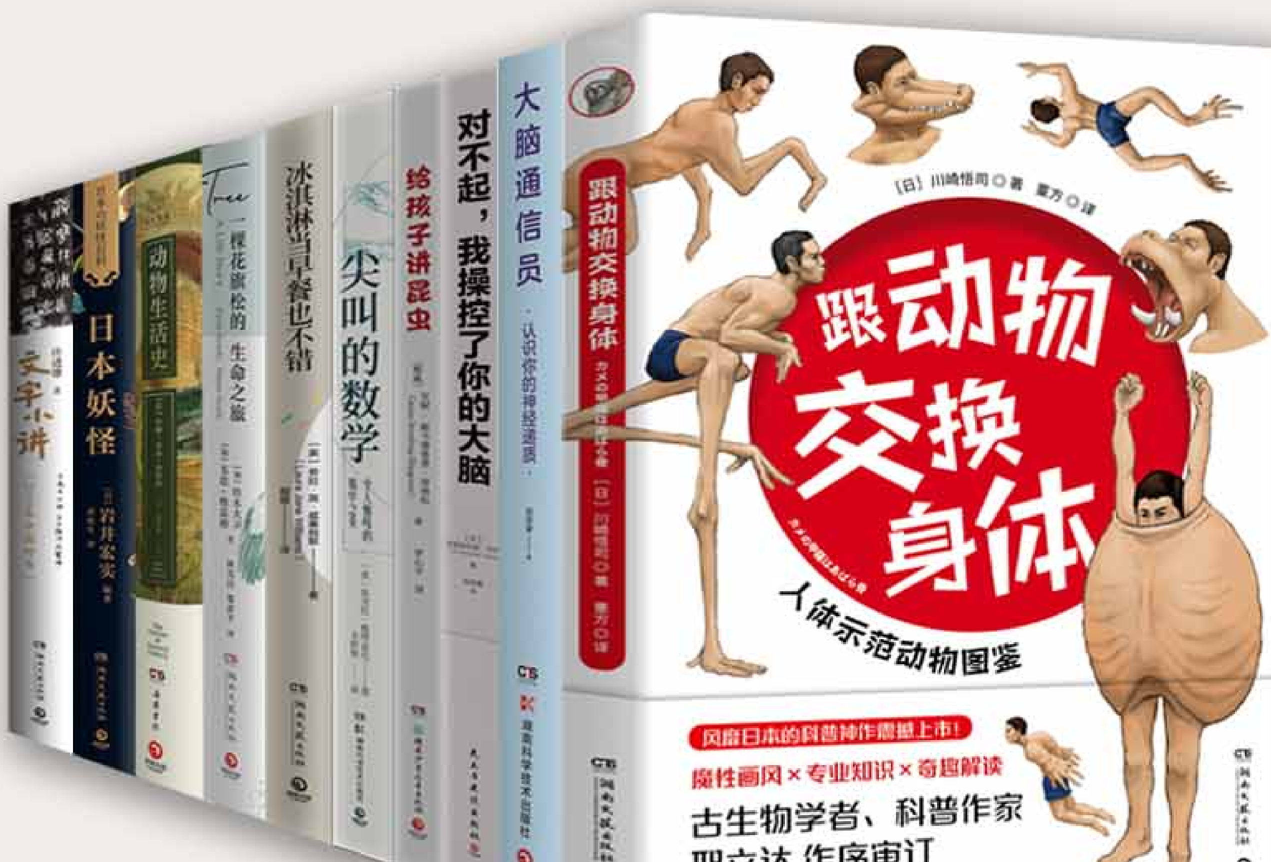
那些奇奇怪怪的知识

套装共10册



博集天卷
CS-BOOKY

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

版权信息

书名：那些奇奇怪怪的知识（共10册）
作者：【日】川崎悟司 【日】岩井宏实 等
译者：董方 黄悦生 等

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

跟动物交换身体
日本妖怪
大脑通信员：认识你的神经递质
对不起，我操控了你的大脑
文字小讲
动物生活史
尖叫的数学：令人惊叹的数学之美
冰淇淋当早餐也不错
给孩子讲昆虫
一棵花旗松的生命之旅



［日］川崎悟司◎著 董方◎译
跟动物交换身体
人体示范动物图鉴
风靡日本的科普神作震撼上市！
魔性画风×专业知识×奇趣解读
古生物学者、科普作家
邢立达 作序审订
游戏制作人 小岛秀夫 盛赞其为“一种独特的发明”！

版权信息

书名：跟动物交换身体
作者：【日】川崎悟司
译者：董方
出版社：湖南文艺出版社
出版日期：2021-09-01
ISBN：9787572603242

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

推荐序
前言
第1部分 爬行类与两栖类
乌龟
■ 结构 打破常规的骨骼结构
■ 演化 独特的肋骨和肩胛骨
青蛙
■ 结构 更轻且更坚固的骨骼
■ 演化 逐渐演变而成的轻量型骨骼
蜥蜴
■ 结构 爬行方式阻碍了体形发展？
■ 演化 海洋生物的尾鳍
鳄鱼
■ 结构 将猎物撕裂后生吞
■ 演化 种类繁多的史前鳄鱼
飞蜥
■ 结构 适应树上生活的肋骨
■ 演化 飞行爬行类时代
动物小知识1 尾巴
第2部分 哺乳类（陆地）
大象
■ 功能 多功能象鼻
■ 演化 大象的鼻子为什么会变长？
长颈鹿
■ 结构 得天独厚的长脖子
■ 演化 脖子变长的两个阶段
犬
■ 结构 哺乳类的三种足型
■ 历史 犬类是人类最古老的朋友

马
■ 结构 奔跑是唯一的追求
■ 演化 环境变化造就一"趾"独秀
狮子
■ 结构 捕猎专属体格
■ 演化 消失在演化过程中的大型物种
树袋熊
■ 结构 可以解毒的惊人肠道
■ 演化 有袋类动物的巨型祖先
树懒
■ 结构 南美洲特有的爪类动物
■ 演化 巨型大地懒
兔子
■ 功能 努力求生的长耳朵
■ 演化 起源于亚洲，在美洲演化的祖先
犰狳
■ 结构 擅长挖洞的爪子与防御性铠甲
■ 演化 拥有巨型铠甲和尾巴的祖先
动物小知识2 牙齿
第3部分 哺乳类（水栖、地下、空中）
鲸
■ 结构 专门适用于游泳的骨骼
■ 演化 从海洋到陆地，最终回归海洋
鼹鼠
■ 结构 适合掘土的发达前肢
■ 分布 两大派系的势力之争
蝙蝠
■ 结构 自动锁定式后肢
■ 演化 通过两种功能追溯祖先
海狮
■ 结构 水栖哺乳类的"手部"差异
■ 演化 四足行走的海狮祖先
河马
■ 结构 蠢萌外表下的强悍体格
■ 演化 令人意外的祖先
动物小知识3 体毛

第4部分 鸟类
鸟
■ 结构 控制翅膀的胸肌
■ 演化 最早的鸟类—始祖鸟
火烈鸟
■ 结构 单腿站立的原因
■ 演化 最新发现的亲戚
猫头鹰
■ 结构 不停转动脖子的原因
■ 演化 曾经会奔跑的巨型猫头鹰
企鹅
■ 结构 适应水中生活的骨骼
■ 演化 北半球的“古代企鹅”
动物小知识4 翅膀
番外篇 各部位比较
后记
延伸阅读

推荐序

荒诞而严谨的真实

会飞的鸟，弹跳惊人的青蛙，拥有深渊巨口的河马，“尝百草”的考拉，自由游弋的鲸……每种动物都有自己的特殊技能和生存优势。在科幻电影中，人类不止一次想要结合动物们的优势，制造出超级士兵；古人亦惊讶于动物的神奇，尝试着模仿动物的动作，编排出强身健体或攻击敌人的拳法；又有哪个小朋友不曾幻想过，生出一双翅膀在天空中翱翔是怎样一种体验?

当人类真正结合了动物的优势，身体会出现什么变化呢？《跟动物交换身体》将告诉你答案。作者川崎悟司独创了一种“荒诞”的画法，用人类的身体来展示不同动物的特点，并重构了动物们“强化”后的骨骼图和“生活照”，带领读者探索乌龟、青蛙、大象、长颈鹿、鲸鱼、企鹅等多种动物的构造与演化的真相。荒诞与写实，猎奇与扎实，要达到两者的动态平衡其实极难，一旦成功，则令人激动万分。幸运的是，这本书做到了，真正实现了“人体变变变”！川崎悟司从一个非常特别的角度为读者清晰地解释了动物们的骨骼特征、行为姿态和生存优势。

这些荒诞又十分生动的画面着实引入入胜，作为科普读物，本书适合全年龄段的读者阅读。因为在荒诞的背后，有着科学性的支撑和体现。具体来说，作者解构了不同的动物骨骼，并科学严谨地让人类“如法炮制”，搭配合理的运动姿态，深入浅出地演绎演化之美；用动物之间的对比，解释了不同的生理现象，比如将大象和爬行动物进行对比，科学又直观地解释了现生爬行动物无法大型化的骨骼学、解剖学原因。作者还精心选择了许多独特而有意义的化石动物图片，将动物们放入更大的时间和空间尺度，展示了动物的演化过程、演化关

系，用严谨的笔触指出演化的方向，追溯动物们产生生存优势或者生理极限的原因。

作为青少年科普读物，《跟动物交换身体》中的图片可以迅速引起孩子们的阅读兴趣，书中的科学知识绝不仅限于生物学范围，还包含数学、物理学、化学，甚至浅显易懂的医学知识。本书能够引导孩子发展科学看待事物的能力，启蒙孩子们的科学之路。

作为成人科普读物，《跟动物交换身体》在扩展视野之余，还能凭借其夸张幽默的画风帮助读者轻松解压。行业的激烈竞争、生活的重担，现实社会中的种种压力都有可能让成年人喘不过气来。而阅读本书可以使人们暂时远离当下的生活，进入一个荒诞有趣的世界，充分发挥想象力，找到久违的童心，在会心一笑中理解动物世界的生存方式和生命力的强大。

古生物学者、科普作家 邢立达

前言

龟壳竟然是肋骨

我们身体的每个部位都有自己的名称，比如眼睛、嘴巴、胳膊肘、膝盖、上臂、小腿、脚跟、臀部、大腿等等，不胜枚举。其他动物也具有和人类差不多的身体结构，除了某些特殊部位，我们在它们身上都能找到与人体相对应的部分。

犬类的脚跟在哪里？长颈鹿的胳膊肘在哪里？恐怕很多人都不知道吧。为了方便大家了解这些知识，我们将以插画的形式把人体变身为其他动物，那又会是怎样一番景象呢？于是，我着手策划了这本书。

世界上的动物都生活在各自所处的环境中，为了适应环境，它们的身体结构发生了改变。适者生存并繁衍生息，为了避免被大自然淘汰，动物们不断地演化着，经过一系列的演化，才形成了现在这种“各就各位”的局面。

蝙蝠在空中飞，鲸鱼在海里游，鼹鼠在地下不停地刨土，如果它们有手，则也会变成最适应各自环境的样子，而不同于人类手掌的形状。话虽如此，但在这本书中，我们会着重把不同动物身上最具特征的部分，用人体来展现，以这样的形式揭开动物身体的奥秘。请跟随我们一路探寻下去吧！

川崎悟司

第1部分 爬行类与两栖类

乌龟

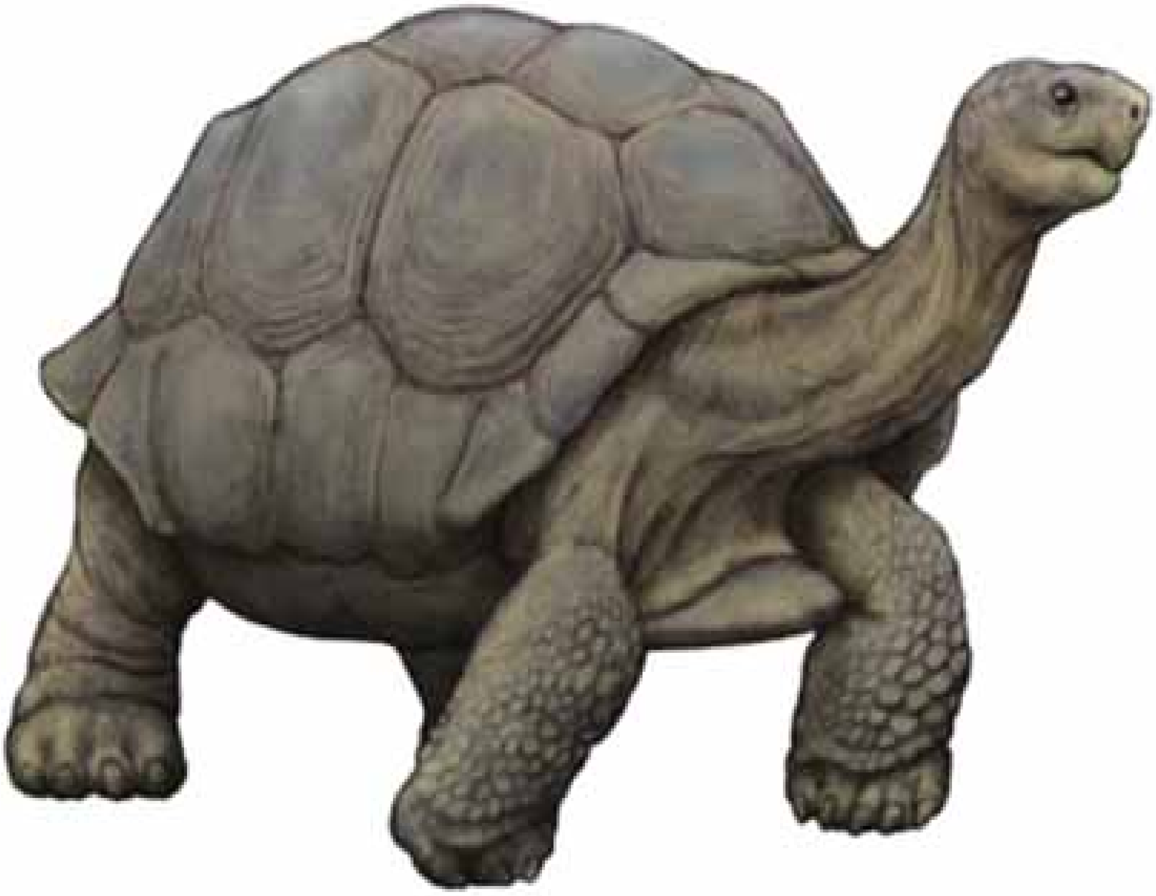
Turtle

我们人类的胸腔是一个由肋骨围成的笼状结构，用来保护心、肺等重要器官。而乌龟的肋骨经过变形，把这项功能发挥到了极致——不但能保护心、肺等脏器，紧急时刻甚至还能照顾到头部和四肢。



乌龟人

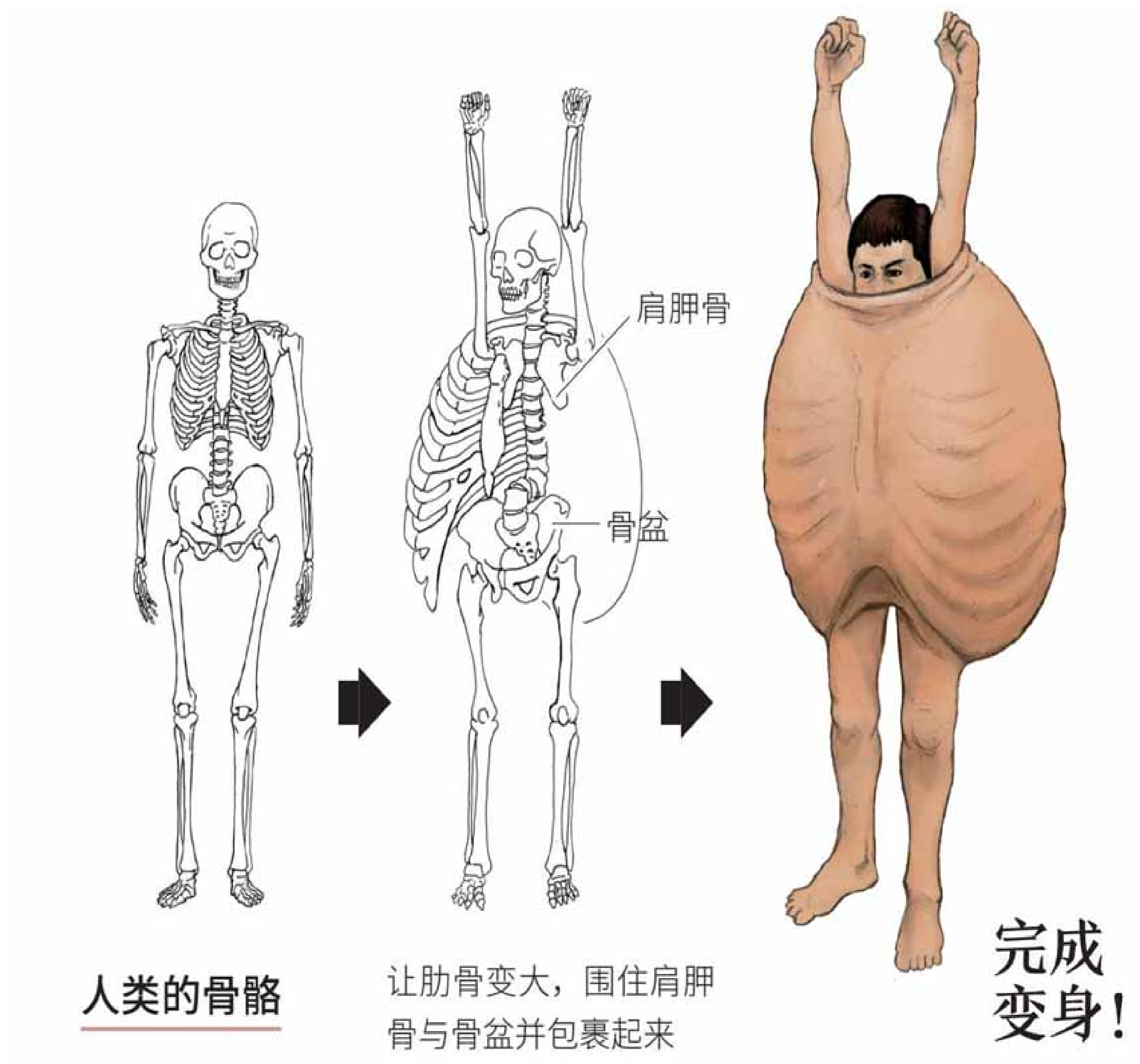
乌龟人变身法



陆龟



陆龟的骨骼

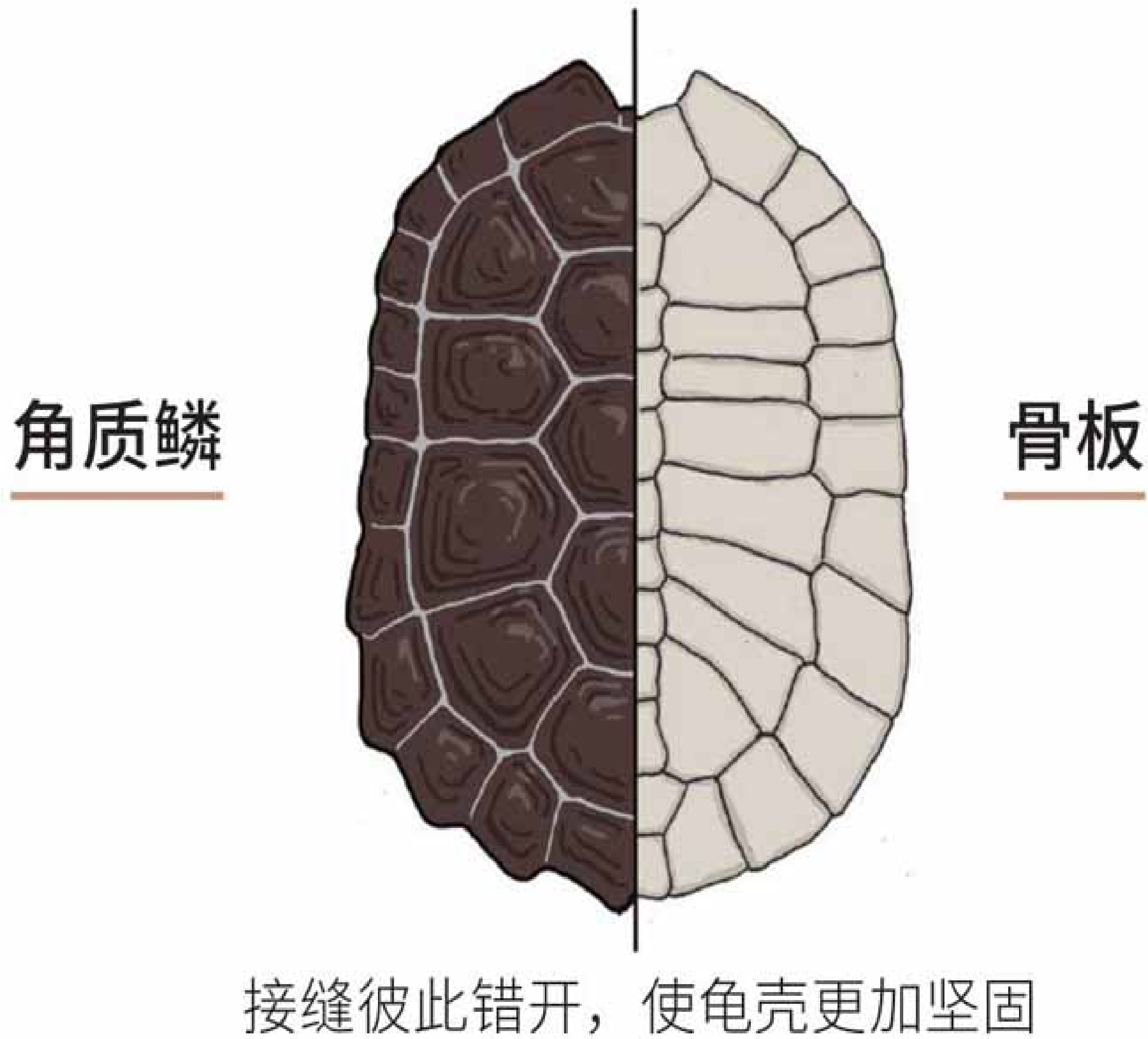

肩胛骨
骨盆
人类的骨骼
让肋骨变大，围住肩胛
骨与骨盆并包裹起来
完成
变身！

▪ 结构 打破常规的骨骼结构

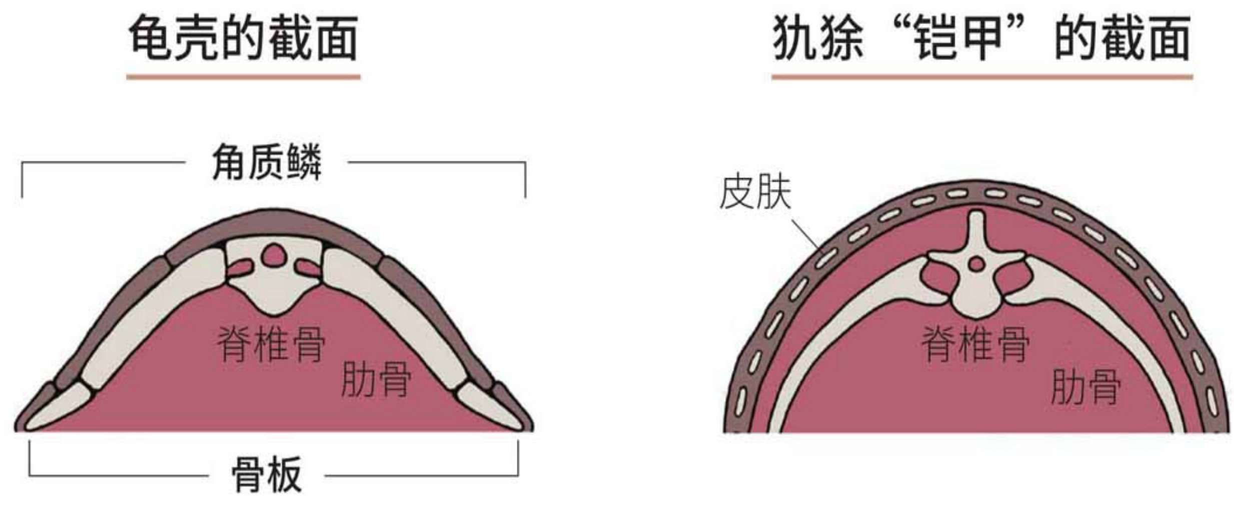
龟壳是一块与脊椎骨、肋骨融为一体的板状物，我们称之为“骨板”。它的表面覆盖着一层被称为“角质鳞”的薄板状盾片。骨板和角质鳞叠加在一起，构成坚固的龟壳。由于龟壳的拼接处有缝隙，在强烈的冲击下似乎很容易破裂。但实际上，骨板与角质鳞的接缝处彼此错开地叠放在一起，使整个龟壳十分结实，不用担心破裂。**图❶**

龟类的这身“铠甲”几乎全部由骨头构成，其他很多动物则没有这样的身体构造。和乌龟一样拥有坚硬“铠甲”的动物还包括鳄鱼和犰狳等，但鳄鱼和犰狳的“铠甲”只是一种较硬的皮肤，并非它们的骨骼，这与龟壳有着本质上的不同。**图❷**尽管经过了变形，龟壳依旧是由乌龟的肋骨构成的。我们人类与其他许多动物一样，肋骨的外侧紧贴着肩胛骨。然而，我们在龟壳的外侧并没有发现肩胛骨。

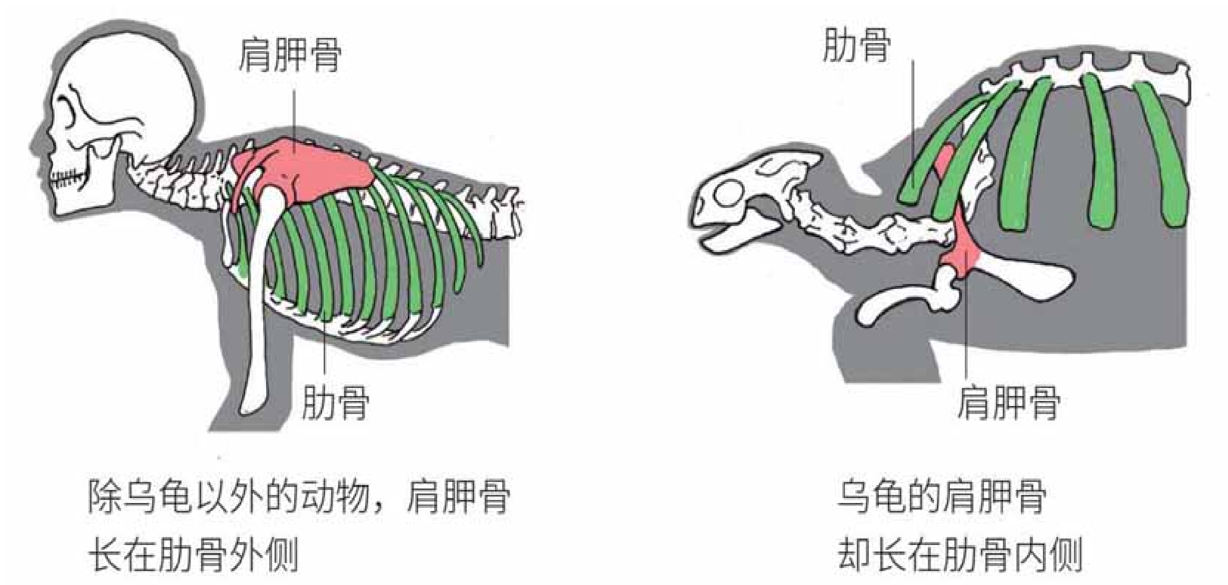
事实上，乌龟的肩胛骨在龟壳里面。也就是说，乌龟这种肩胛骨长在肋骨内侧的骨骼结构，是与其他动物截然相反的。**图❸**



图❶


龟壳的截面
犰狳“铠甲”的截面
角质鳞
皮肤
脊椎骨
肋骨
脊椎骨
肋骨
骨板

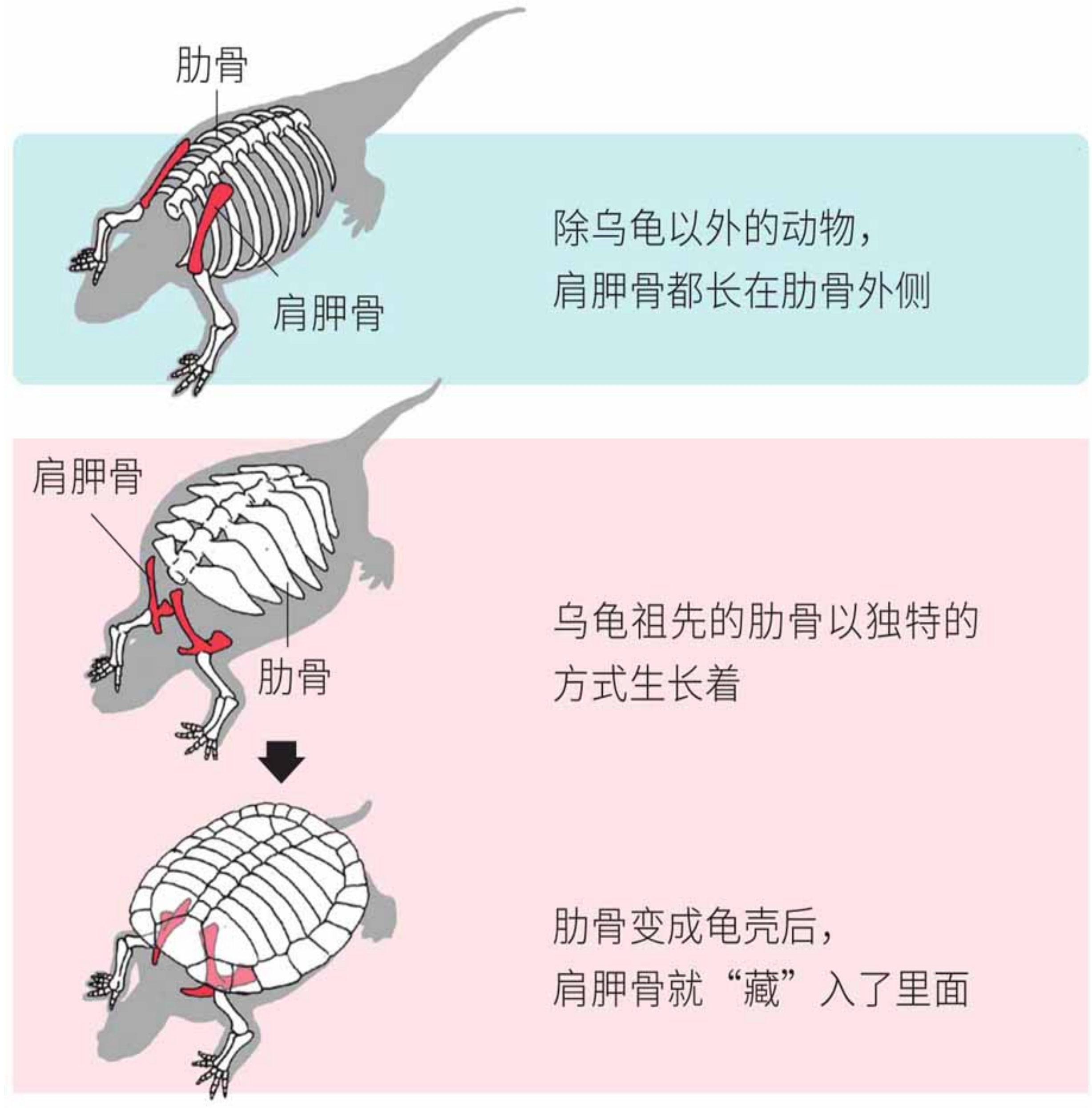
图❷


肩胛骨
肋骨
肋骨
肩胛骨
除乌龟以外的动物，肩胛骨
长在肋骨外侧
乌龟的肩胛骨
却长在肋骨内侧

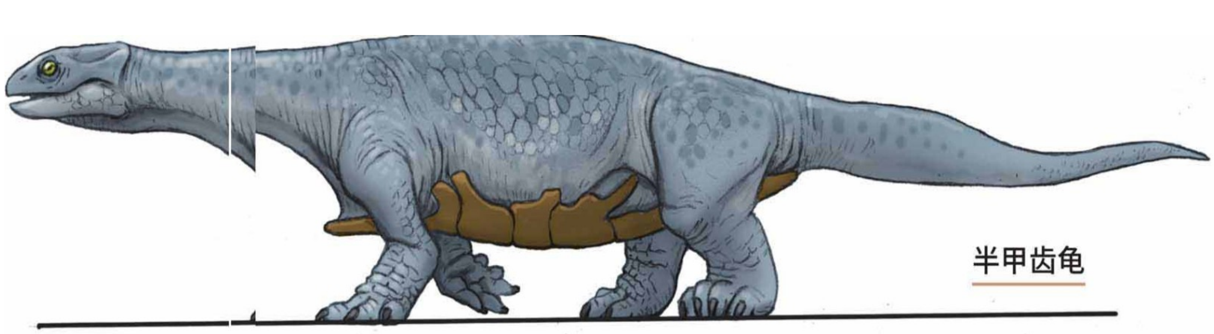
图❸

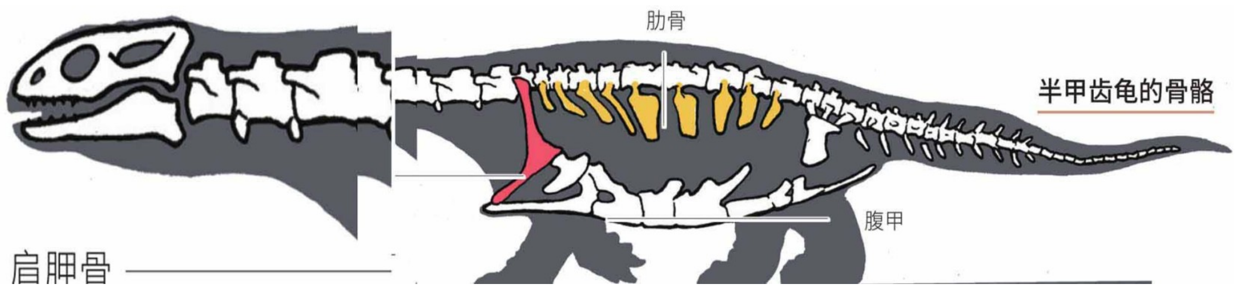
■ 演化 独特的肋骨和肩胛骨

为什么乌龟会和其他动物不一样，变成一个骨骼奇特（肩胛骨长在肋骨内侧）的家伙呢？科学家在物理化学研究所做过一项研究，比较了小白鼠胚胎与鸡蛋、龟蛋中胚胎的成长过程。最初，乌龟的胚胎与小白鼠和鸡的胚胎一样，肩胛骨长在肋骨外侧。可之后研究者慢慢观察到，只有乌龟身上发生了肩胛骨内移、肋骨变成龟壳的现象。看来乌龟的演化特征就是它们的肋骨独特的生长方向。通常，动物们的肋骨从背部脊柱延伸，环绕到胸部及腹侧。而乌龟的肋骨在演化过程中，似乎只是横向发展，并且最终定位在肩胛骨的外侧。**图❶**


肋骨
肩胛骨
除乌龟以外的动物，
肩胛骨都长在肋骨外侧
肩胛骨
肋骨
乌龟祖先的肋骨以独特的
方式生长着
肋骨变成龟壳后，
肩胛骨就“藏”入了里面

图❶


半甲齿龟



图❷

乌龟化石的发现同样证实了这一点。2008年11月出土的距今2.2亿年前的原始龟——半甲齿龟的化石提供了演化的证据。**图❷**

这种原始龟类的化石表明，它们没有完整的背甲（背部的龟壳），只有腹甲，这是一种反常的身体结构。尽管如此，半甲齿龟的背部肋骨横向延伸，有形成龟壳的迹象，而其肩胛骨也位于肋骨的前方。据推测，后来演化完整的乌龟肋骨呈扇状延伸，覆盖住前方的肩胛骨，最终演化成龟壳。

青蛙

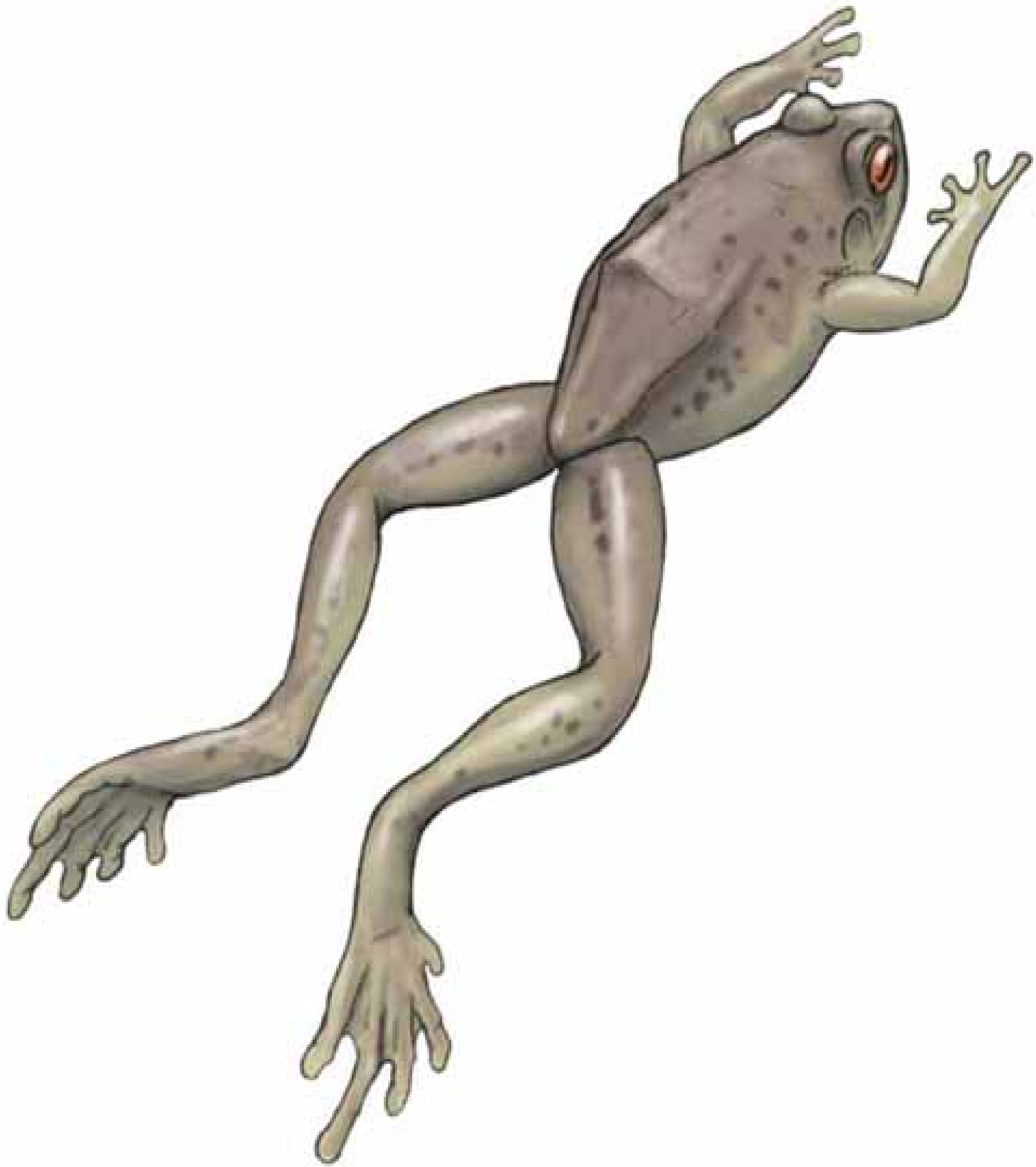
Frog

青蛙的体态非常适合大幅度的跳跃式移动。原因之一是，当青蛙完全伸直后腿时，它们的大腿、小腿以及后脚掌的长度几乎一模一样。当青蛙收起后腿，让自己处于Z字形蹲伏姿势，同时依次打开各关节并拉伸肌肉后，就可以如弹簧一般爆发出难以置信的力量。

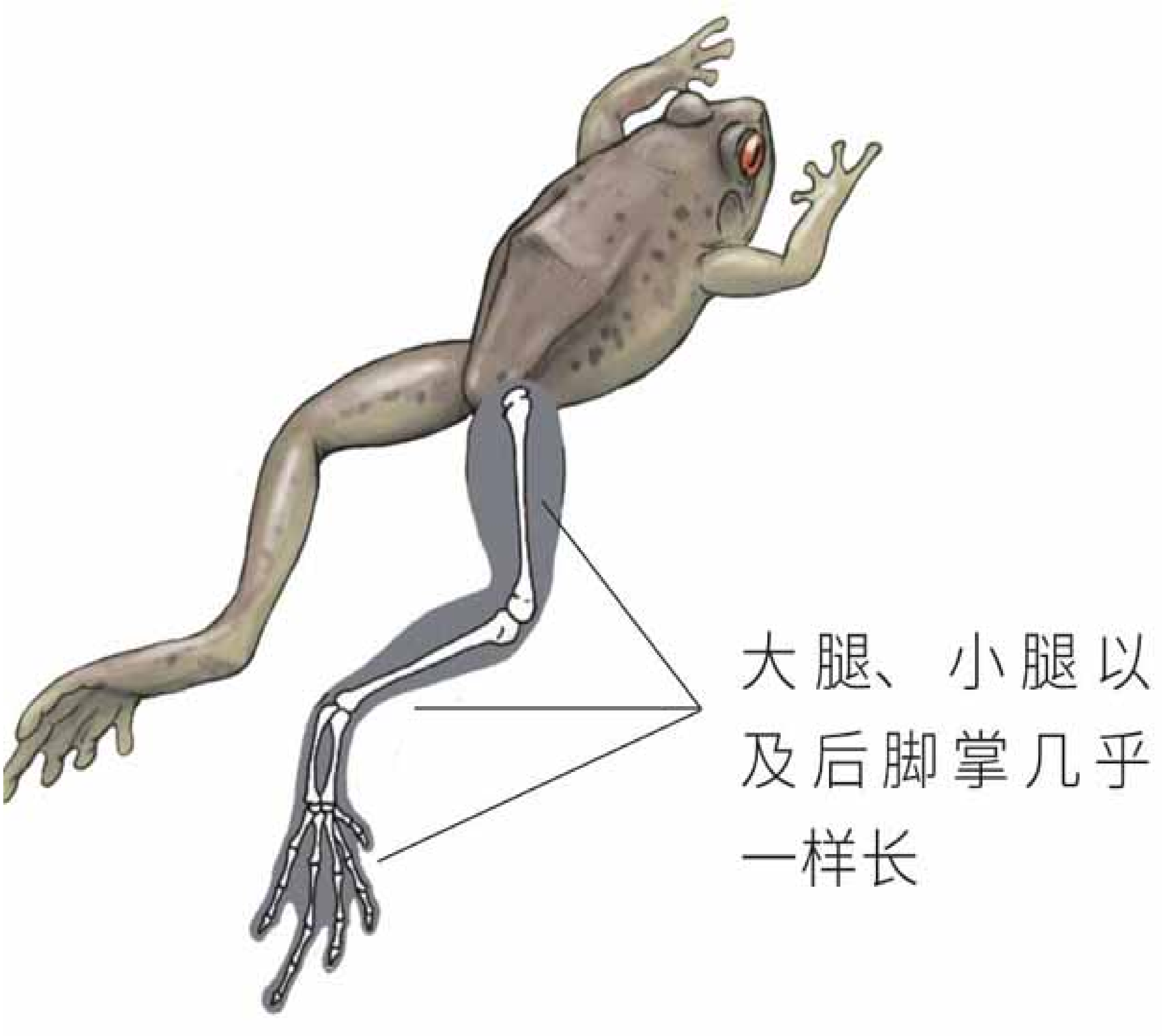


青蛙人

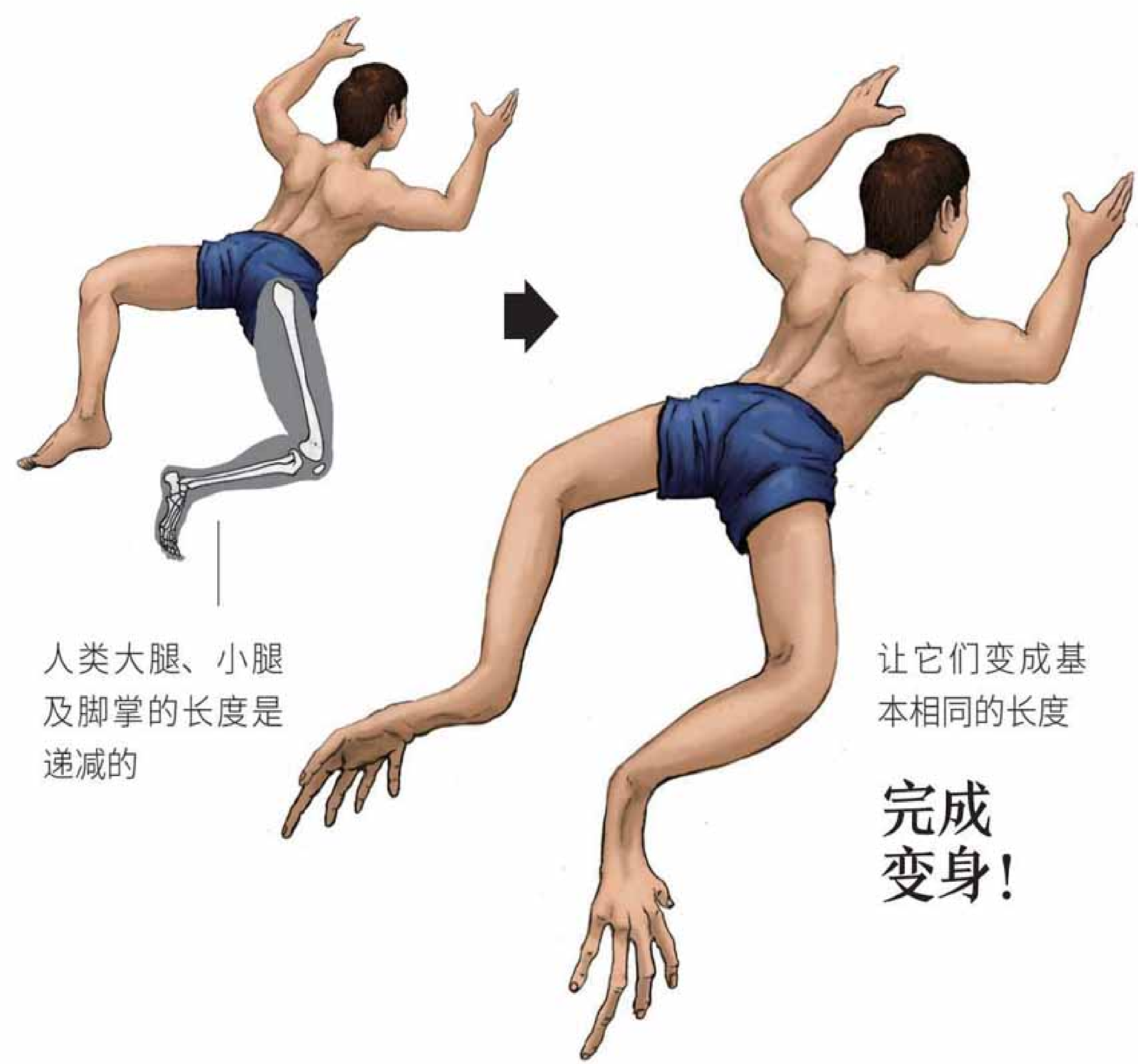
青蛙人变身法



青蛙



青蛙的后腿骨骼


人类大腿、小腿
及脚掌的长度是
递减的
让它们变成基
本相同的长度
完成
变身！

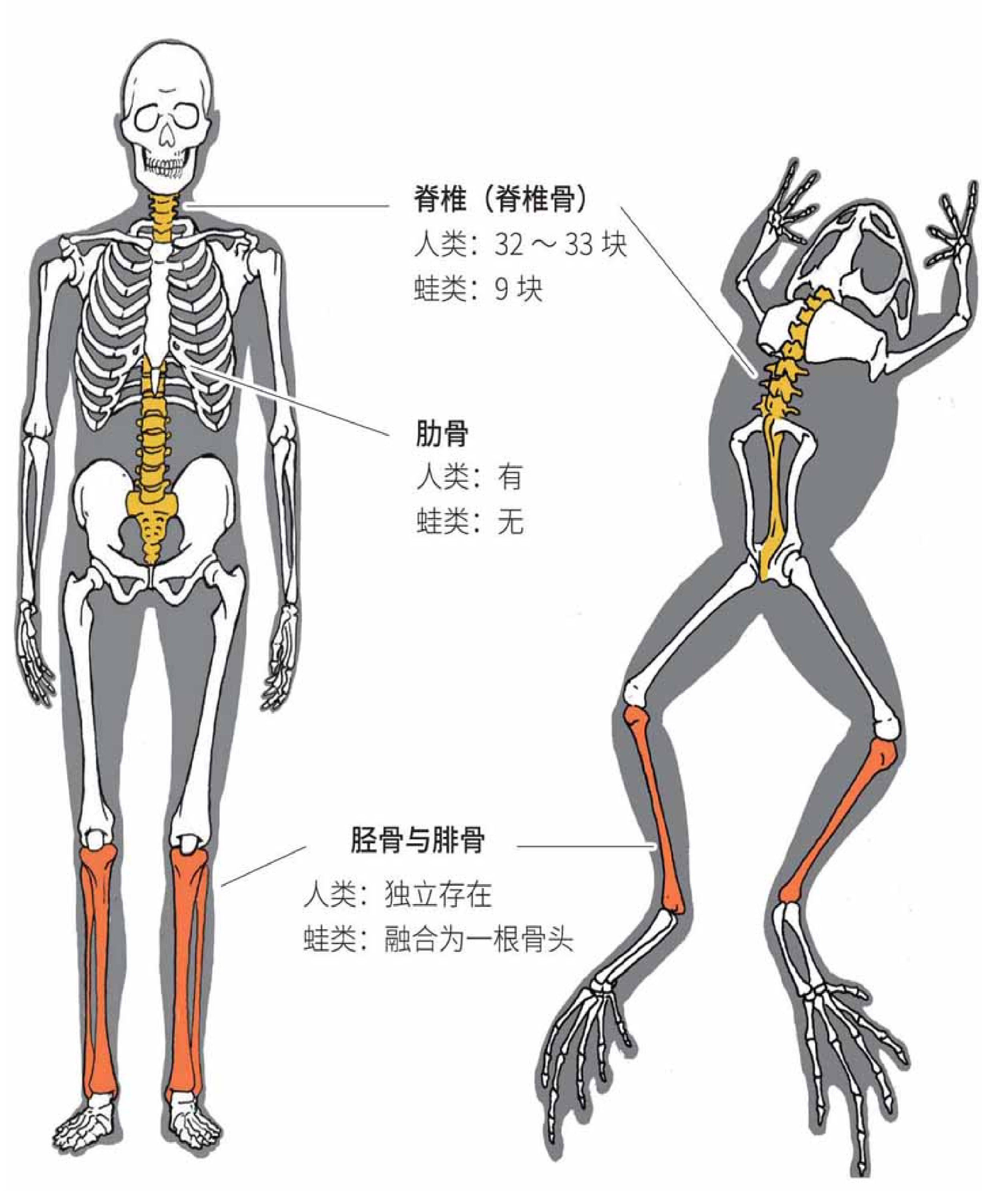
▪ 结构 更轻且更坚固的骨骼

青蛙以出色的跳跃能力闻名，而同样是两栖类动物的蝾螈以及爬行类动物中的蛇和蜥蜴，它们就不会跳跃，只能爬行。此外，相对于青蛙的蛙式泳姿，大多数两栖类与爬行类动物在水中时，只能靠扭动长长的身体和尾巴来游泳。运动方式与骨骼构造紧密相关，正是这些差异，使得青蛙相对于其他两栖类或爬行类动物更显独特。

首先，青蛙全身的骨块数量较少，不够灵活，无法像其他爬行类或两栖类动物那样蜿蜒前行，但正是由于坚硬沉重的骨块较少，青蛙的身体变得轻巧了。其次，骨块与骨块的融合在减少数量的同时提升了骨骼强度。人类膝盖以下的小腿部分由两块长骨——腓骨与胫骨组成。而青蛙通过合二为一的方式提升了后腿的强韧度，从而能够完成强有力的跳跃动作。

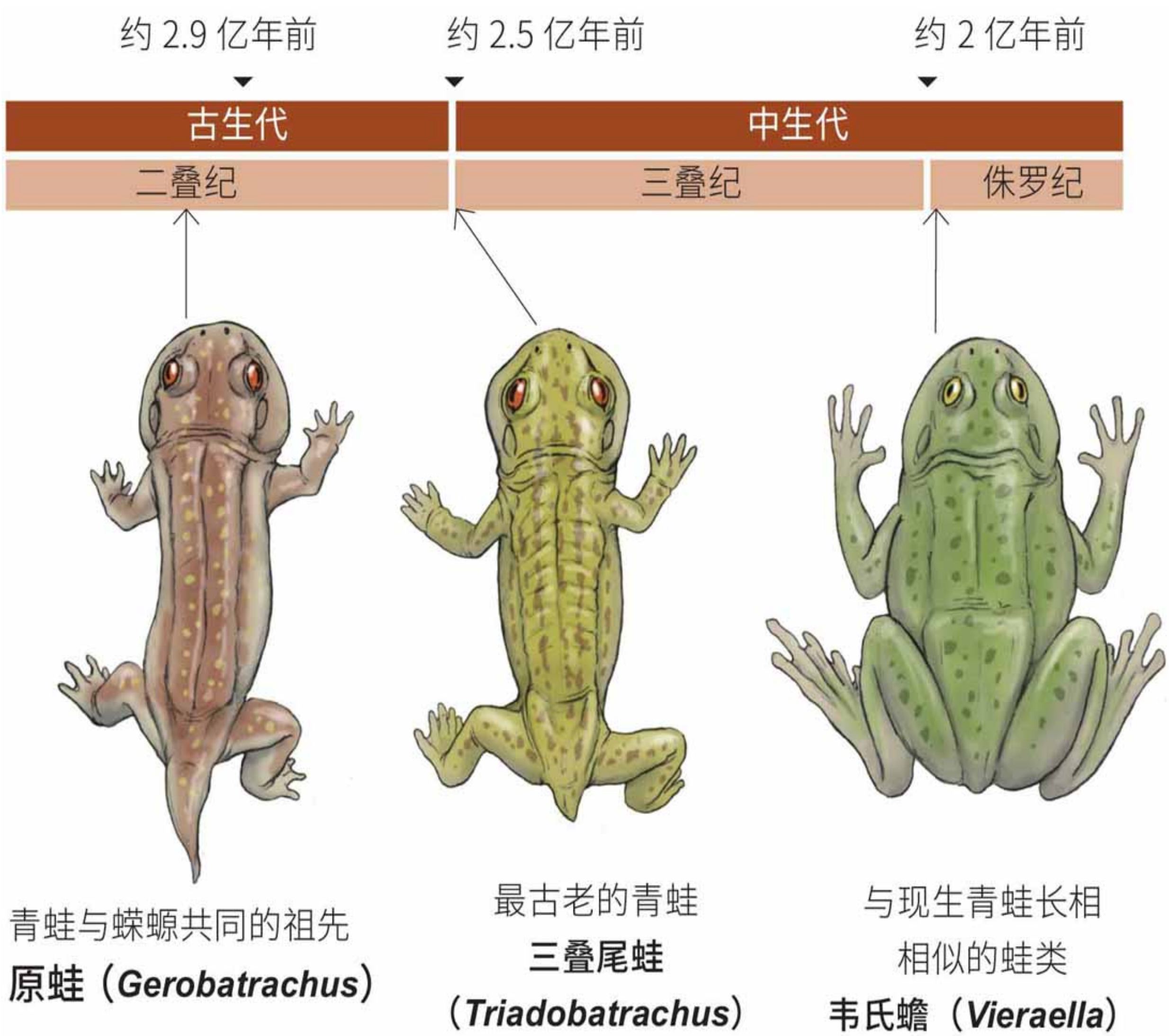
除此之外，青蛙是没有肋骨的，因此它们的腹部极为柔软，跳跃着地时能起到缓冲作用。但同样由于没有肋骨，青蛙用肺部呼吸时胸肌并不起作用，而是要通过收缩喉头将空气送进肺部。

人类与蛙类的骨骼比较


脊椎（脊椎骨）
人类：32 ～ 33 块
蛙类：9 块
肋骨
人类：有
蛙类：无
胫骨与腓骨
人类：独立存在
蛙类：融合为一根骨头

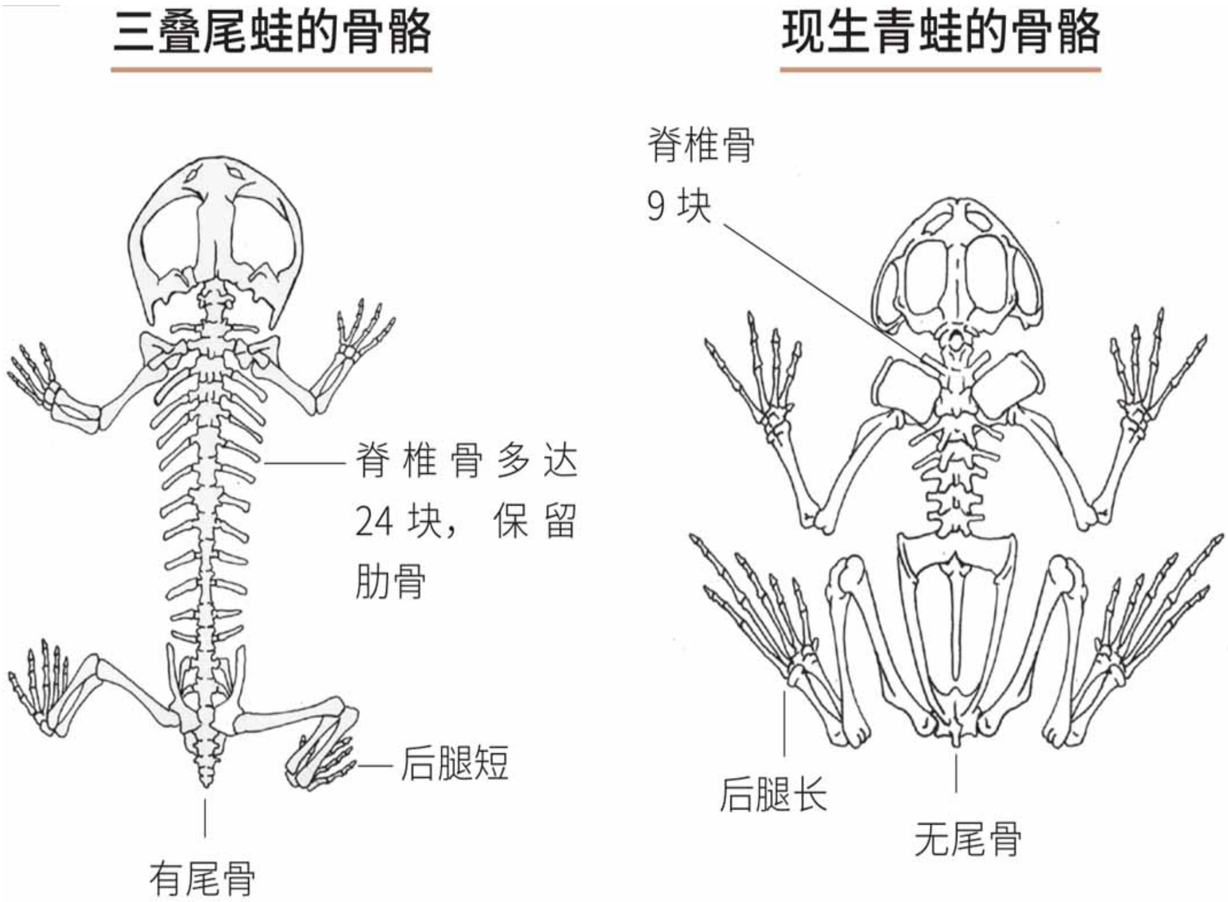
■ 演化 逐渐演变而成的轻量型骨骼

让我们通过演化图来看一看青蛙是如何演化的。**图❶**



图❶

1995年，人们在古生代中二叠世的地层中发现了被命名为原蛙的化石，它是青蛙和蝾螈共同的祖先。尽管其面部特征与现生青蛙很相似，但嘴里长有牙齿，身体较长，还保留着尾巴和肋骨。估计它可能像蝾螈那样在陆地上爬行，而不具备跳跃的能力。



图❷

之后，马达加斯加岛上又发现了距今2.5亿年前的三叠尾蛙化石，这种蛙被认为是目前最古老的青蛙。尽管牙齿的消失和肋骨的退化被看作是最接近现生青蛙的特征，但三叠尾蛙的身体与四肢不具备现生青蛙的特殊性。此外，现生青蛙只有9块脊椎骨，骨块数的减少让脊柱变得又短又粗，十分结实，而三叠尾蛙不但有24块脊椎骨，而且尾巴依然存在。更为重要的是，从它仍没有变得很长的后腿来看，三叠尾蛙应该还不能跳跃。**图❷**

发现于中生代早侏罗世的韦氏蟾，则被认为是长得最像现生青蛙的物种。它有10块脊椎骨，后腿特别长，看起来与现生青蛙几乎没有差别。

蜥蜴

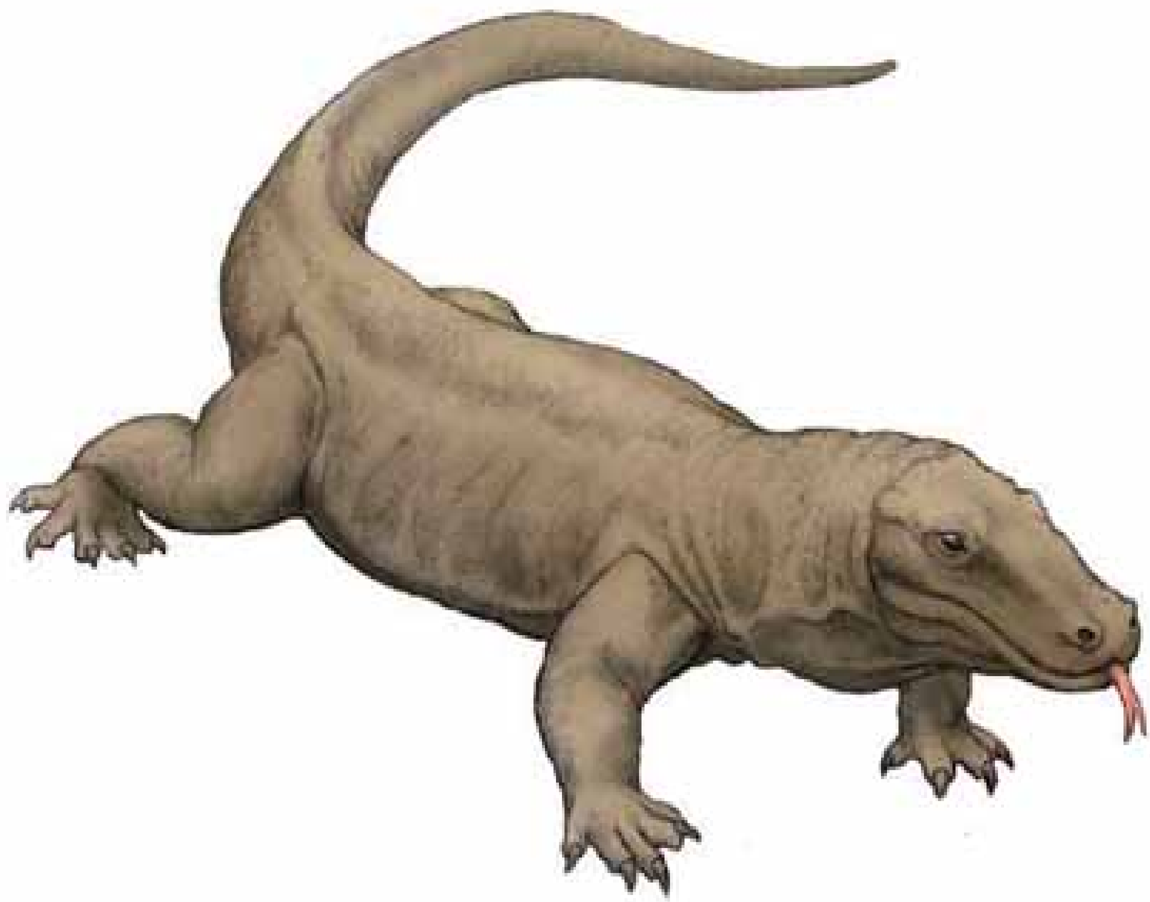
Lizard

我们人类的腿长在身体下方的位置，其他哺乳类和鸟类用来走路的腿也长在身体下方。而另一些爬行类或两栖类动物，如蜥蜴，尽管它们同样拥有可以在陆地上行动的腿，腿的生长方向却截然不同——它们的腿长在身体两侧，使得这些动物无法站立，只能爬行。

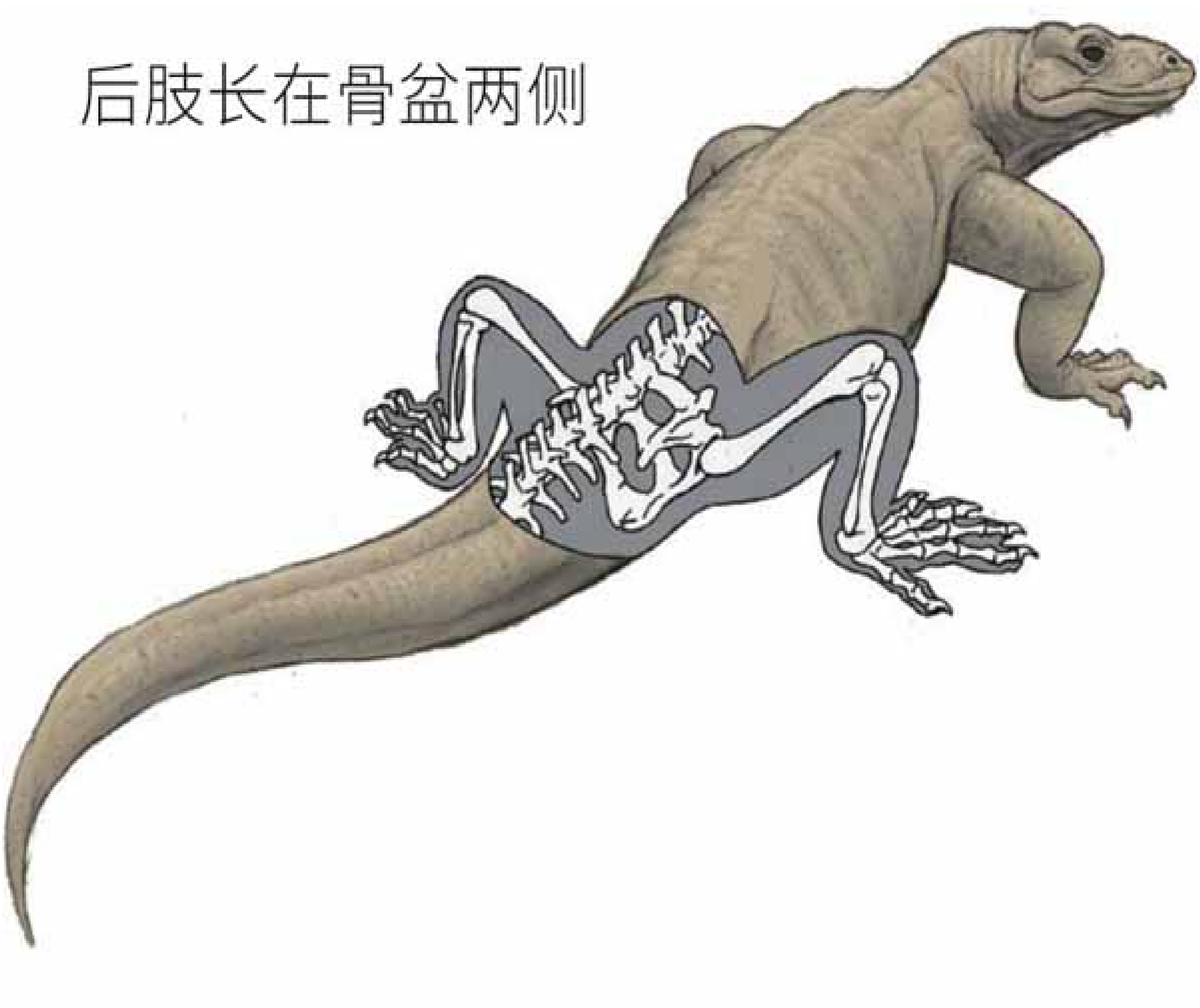


蜥蜴人

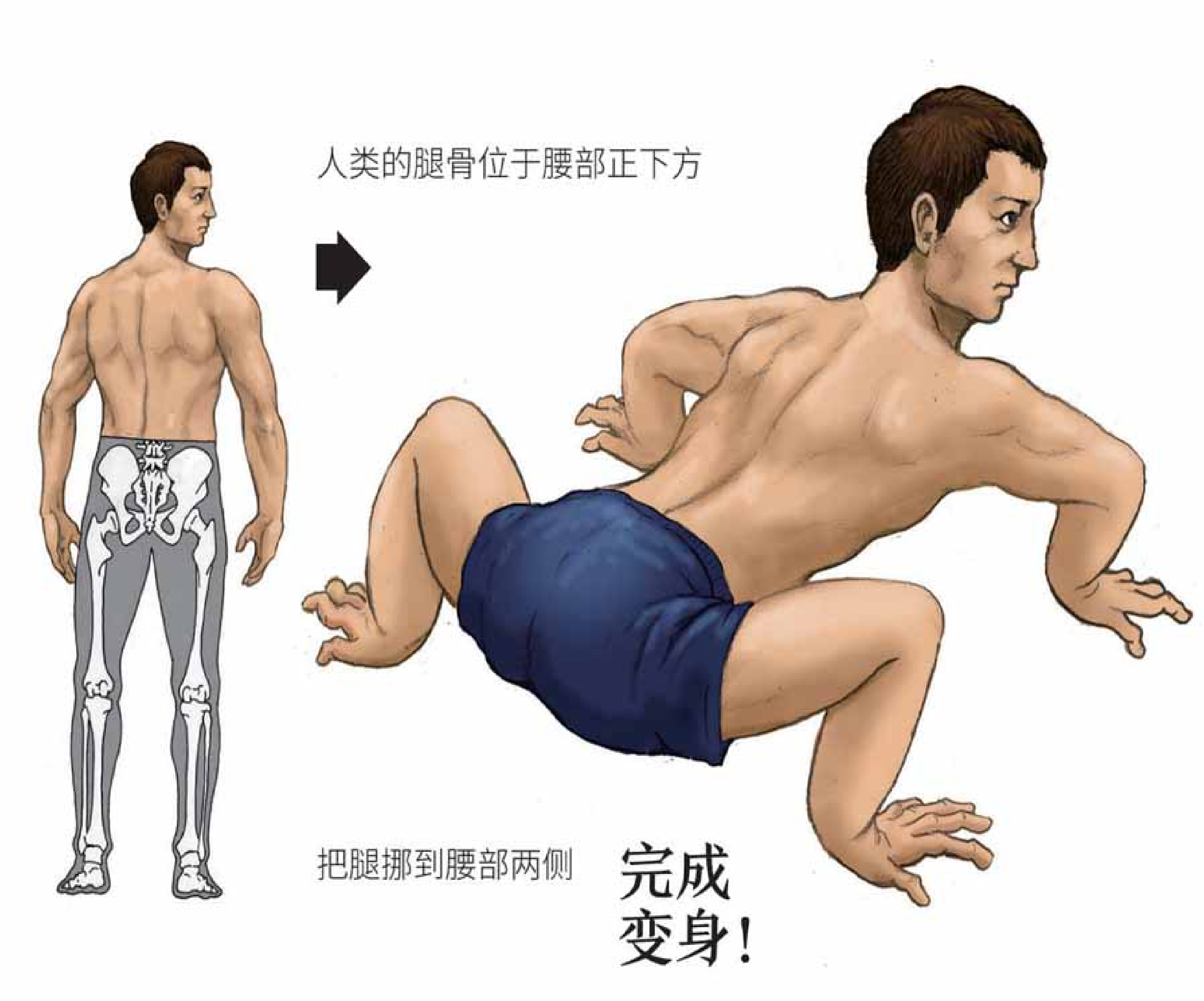
蜥蜴人变身法



蜥蜴



蜥蜴的后肢骨骼

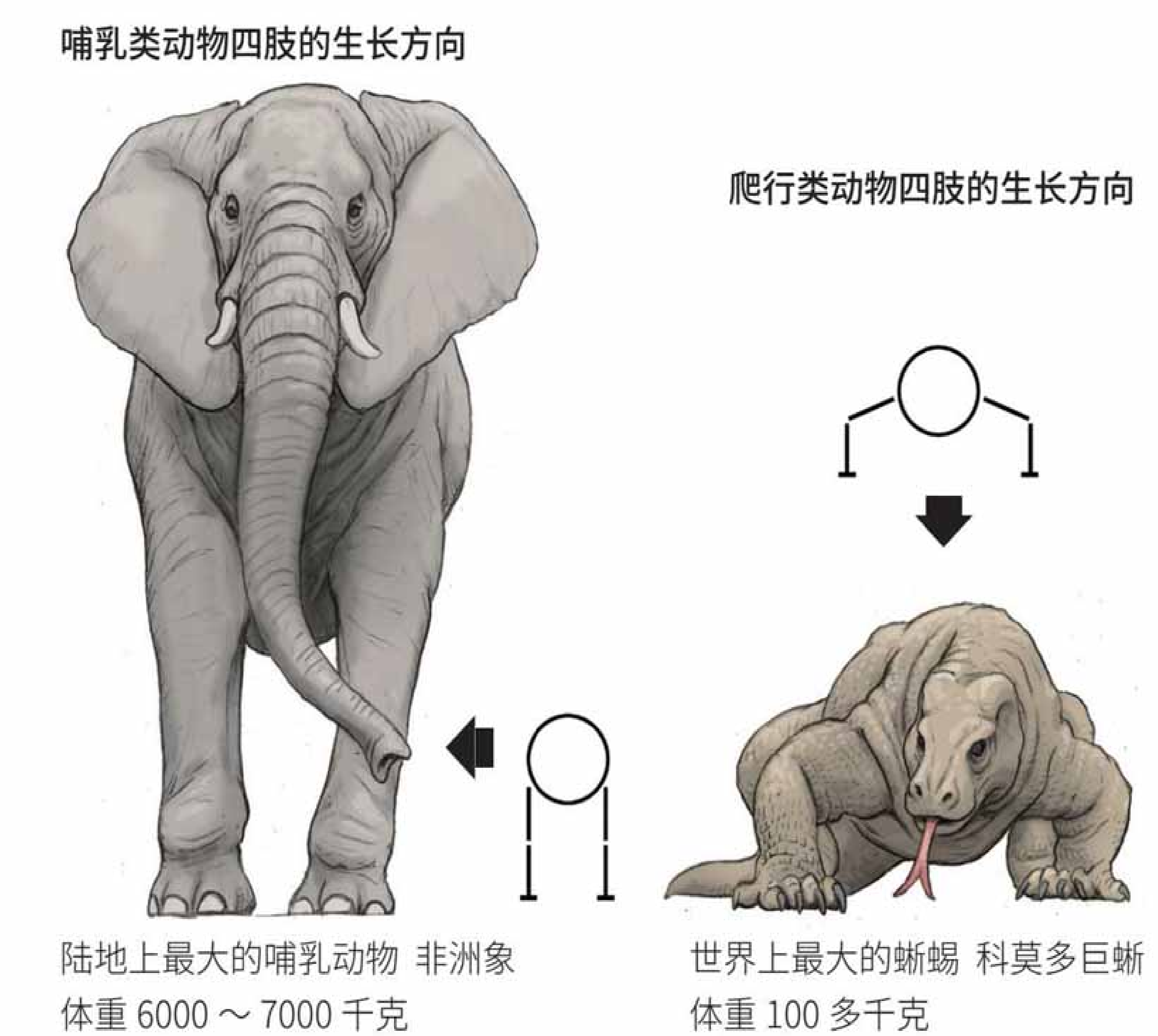

人类的腿骨位于腰部正下方
把腿挪到腰部两侧
完成
变身！

▪ 结构 爬行方式阻碍了体形发展?

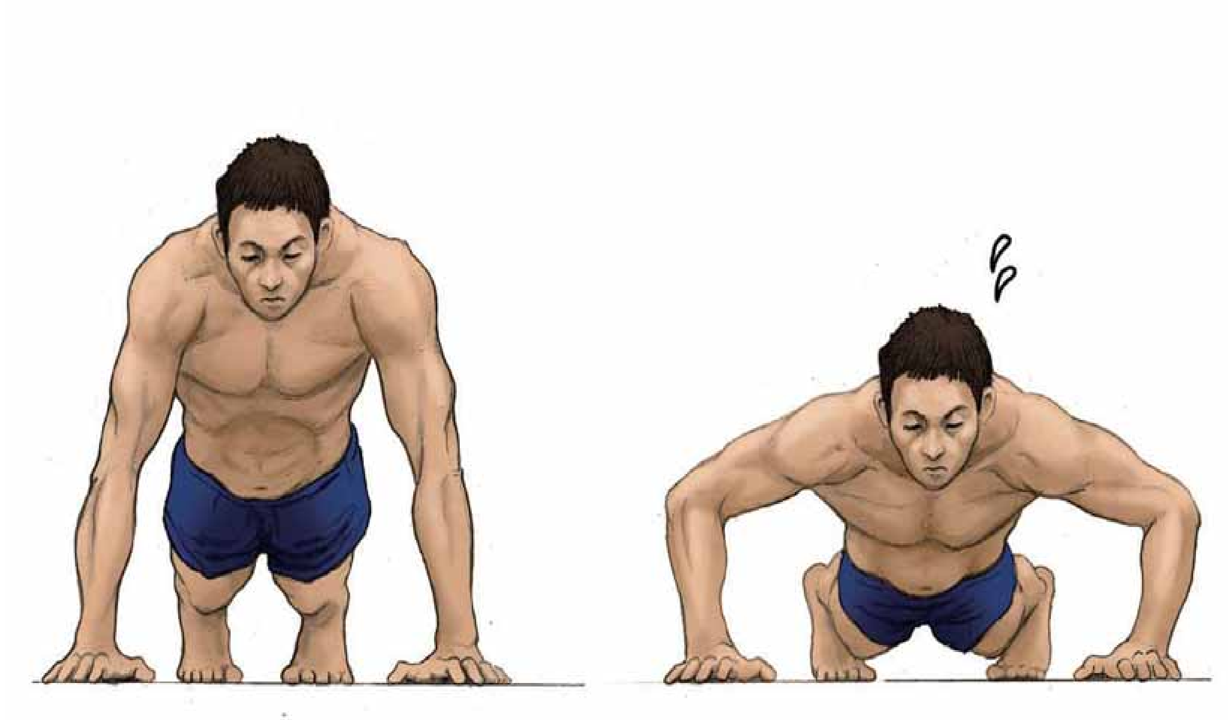
常见的爬行类动物有蜥蜴、蛇、乌龟、鳄鱼等。爬行类也叫爬虫类，“爬”指的是趴在地上前行，“虫”指的是昆虫、蜈蚣等动物，但也可理解为人类、兽类、鸟类、鱼类之外所有小型动物的总称。换言之，爬行类就是指带爪、能够爬行的小动物。

大部分蜥蜴的体形都小于哺乳类动物，就连蜥蜴中的巨无霸——科莫多巨蜥的最大体重也不过100多千克，而作为陆地上最大的哺乳动物，一头成年雄性非洲象的体重可达6000~7000千克，两者的差距显而易见。按理来说，动物的体形越大，遭受天敌攻击的概率就越低，也就越有利于生存。那为什么蜥蜴家族在漫长的演化过程中，没有演变成更大的体形呢?

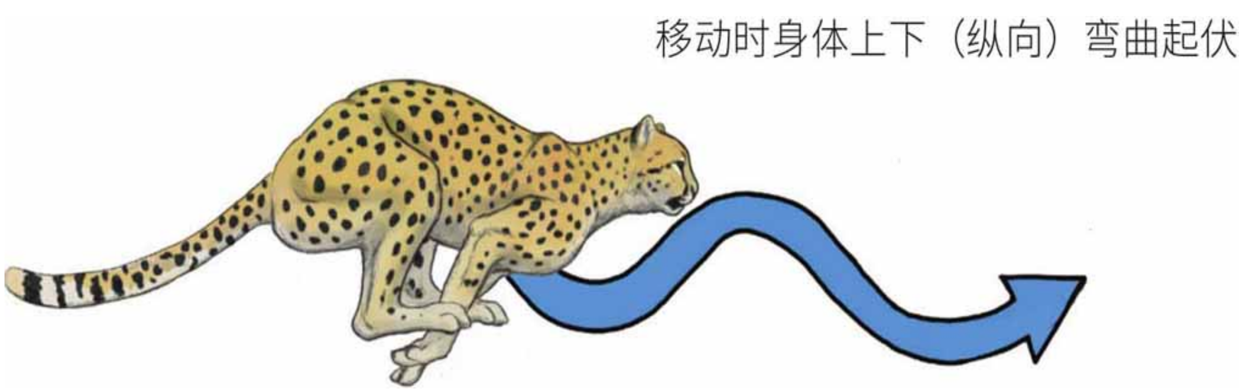
这是因为，相对四肢长在身体两侧、靠爬行前进的蜥蜴而言，哺乳类动物长在身体下方的四肢更有利于支撑体重。**图❶**就像在做俯卧撑时，伸直手臂比弯曲手臂更能撑住身体，也是同样的道理。**图❷**蜥蜴家族在演化的过程中没能演变成更庞大的体形，可能正是因为它们这种爬行方式无法支撑过于沉重的身体。

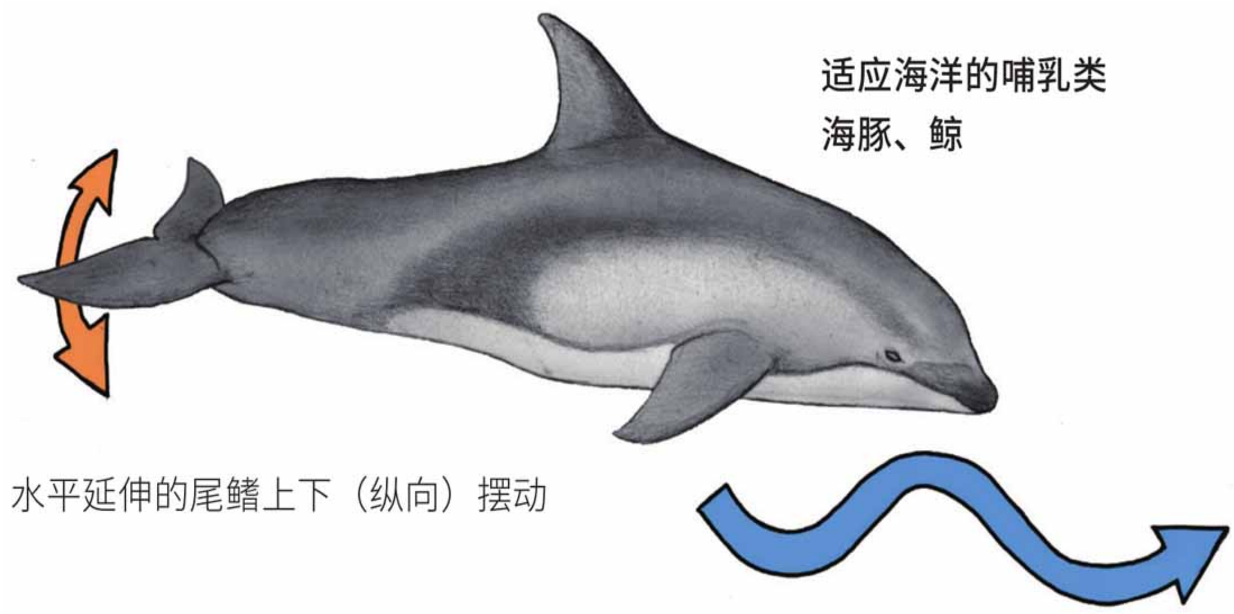


图❶ 哺乳类与爬行类动物四肢生长方向的比较



图❷ 做俯卧撑时，伸直手臂比弯曲手臂更能撑住身体



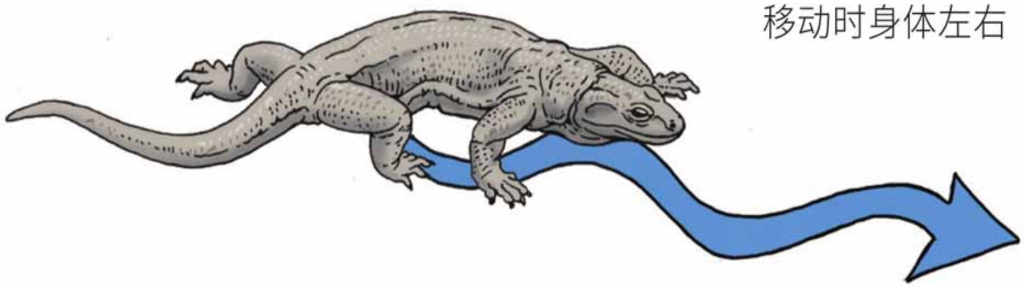


图❶ 哺乳类

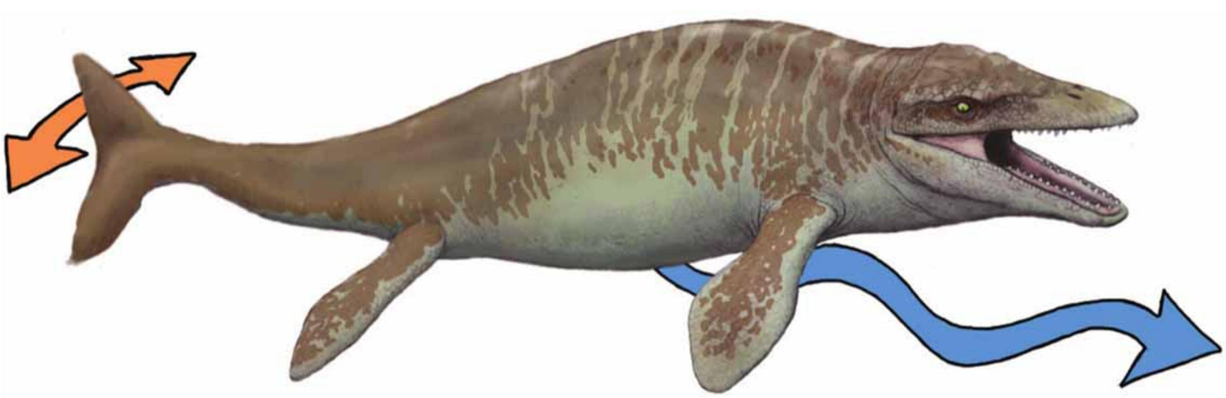
▪ 演化 海洋生物的尾鳍

尽管爬行方式阻碍了蜥蜴家族的体形发展，但在很久以前，有一群大体形的爬行类动物曾经存在过，它们就是沧龙（*Mosasaurus*）一族。

沧龙是蜥蜴家族的成员，它们的四肢变成鳍状，并且适应了海洋生活。由于在水中不需要靠四肢来支撑身体，所以它们的体形发展不再受到限制，其中个头较大的身长竟然能达到18米。沧龙出现在距今约7000万年前的晚白垩世，当时恐龙是陆地上的王者，沧龙则迅速成为远古海洋的头号霸主。6600万年前，一颗巨大的陨石撞向地球，造成晚白垩世大量生物的灭绝，沧龙与恐龙一样未能幸免于难，此后地球上再未见过它们的踪迹。不过，最近的研究发现，沧龙的外形接近鲸鱼，它们都有着新月形的尾鳍。



适应海洋的爬行类　沧龙



垂直生长的尾鳍左右（横向）摆动

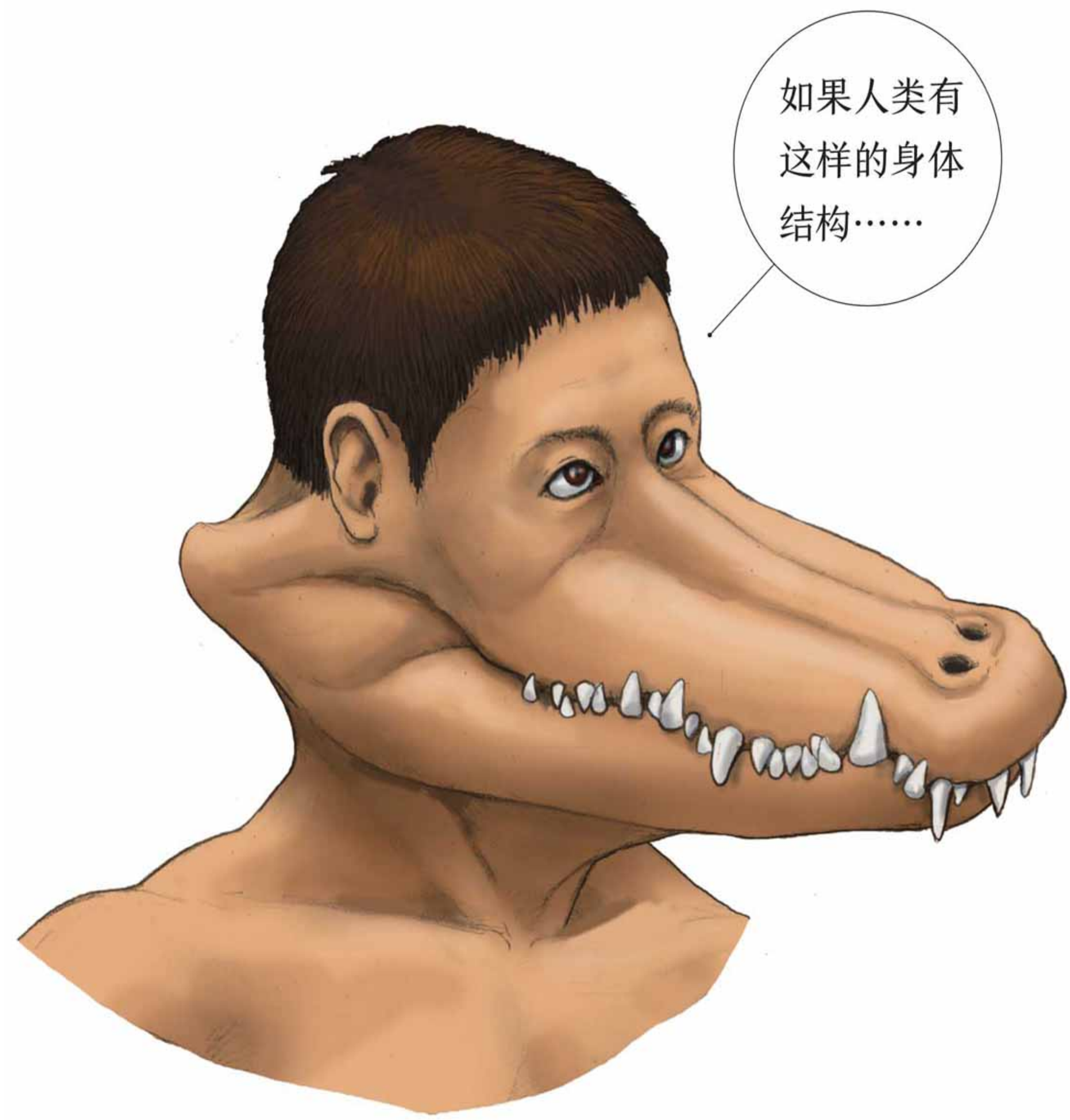
图❷爬行类

唯一的区别是，鲸鱼的尾鳍在水平方向上延伸，沧龙的尾鳍则是垂直生长。哺乳类动物的四肢垂直于身体方向生长，移动时身体上下起伏。**图❶**爬行类动物的四肢长在身体两侧，移动时身体左右摆动。**图❷**哺乳类和爬行类动物的演化都是为了适应海洋环境，但它们的移动方式却沿袭了各自的陆地祖先：鲸鱼上下摆动尾鳍，沧龙左右摆动尾鳍，这都是它们在水中获得动力的方式。

鳄鱼

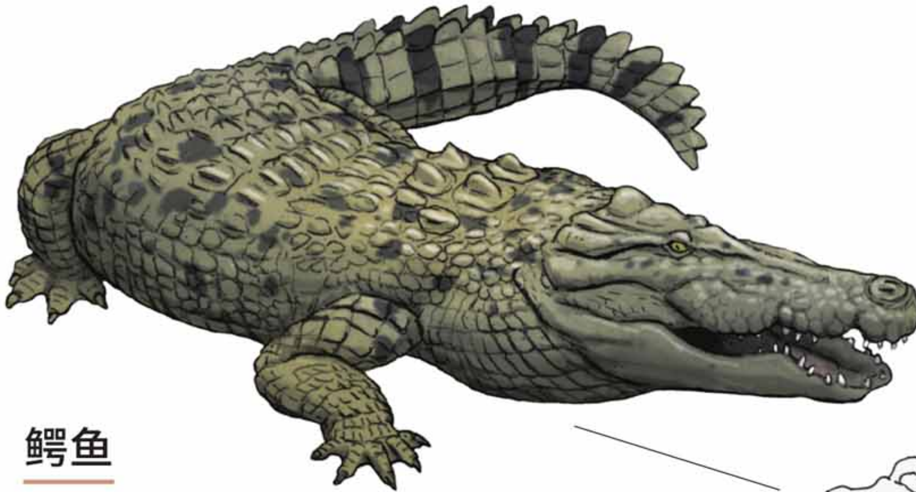
Crocodile

鳄鱼是世界上咬合力最强的生物，它的上下颌非常突出，并且几乎占据了整个头部。鳄鱼的下颌靠近地面，因此相对于人类通过活动下颌来张嘴的方式，鳄鱼则更多地依靠上颌来完成张嘴动作。



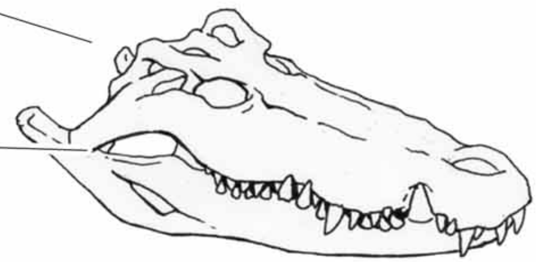
鳄鱼人

鳄鱼人变身法



鳄鱼

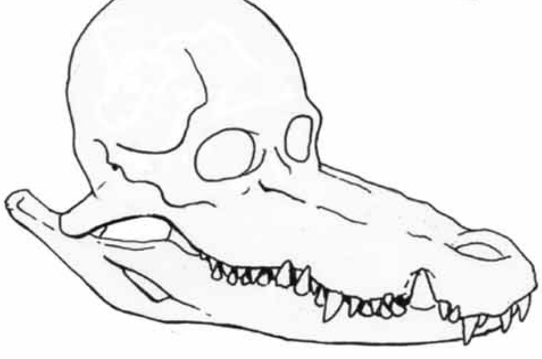
一般而言，时常活动的骨骼向外凸出，不动的颌骨向内凹陷，起到连接与支撑的作用。鳄鱼通常会活动上颌，所以其上颌连接的部分向外凸出

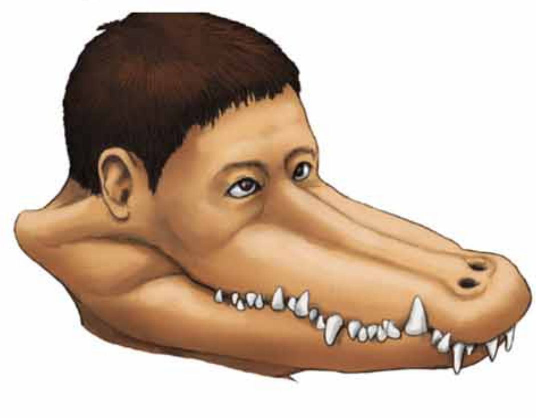


鳄鱼的颌骨

人类通常是下颌凸出，并与上颌的凹陷部分连接







将上下颌骨变大，扭转凹、凸连接部分，再加上一对朝天的鼻孔

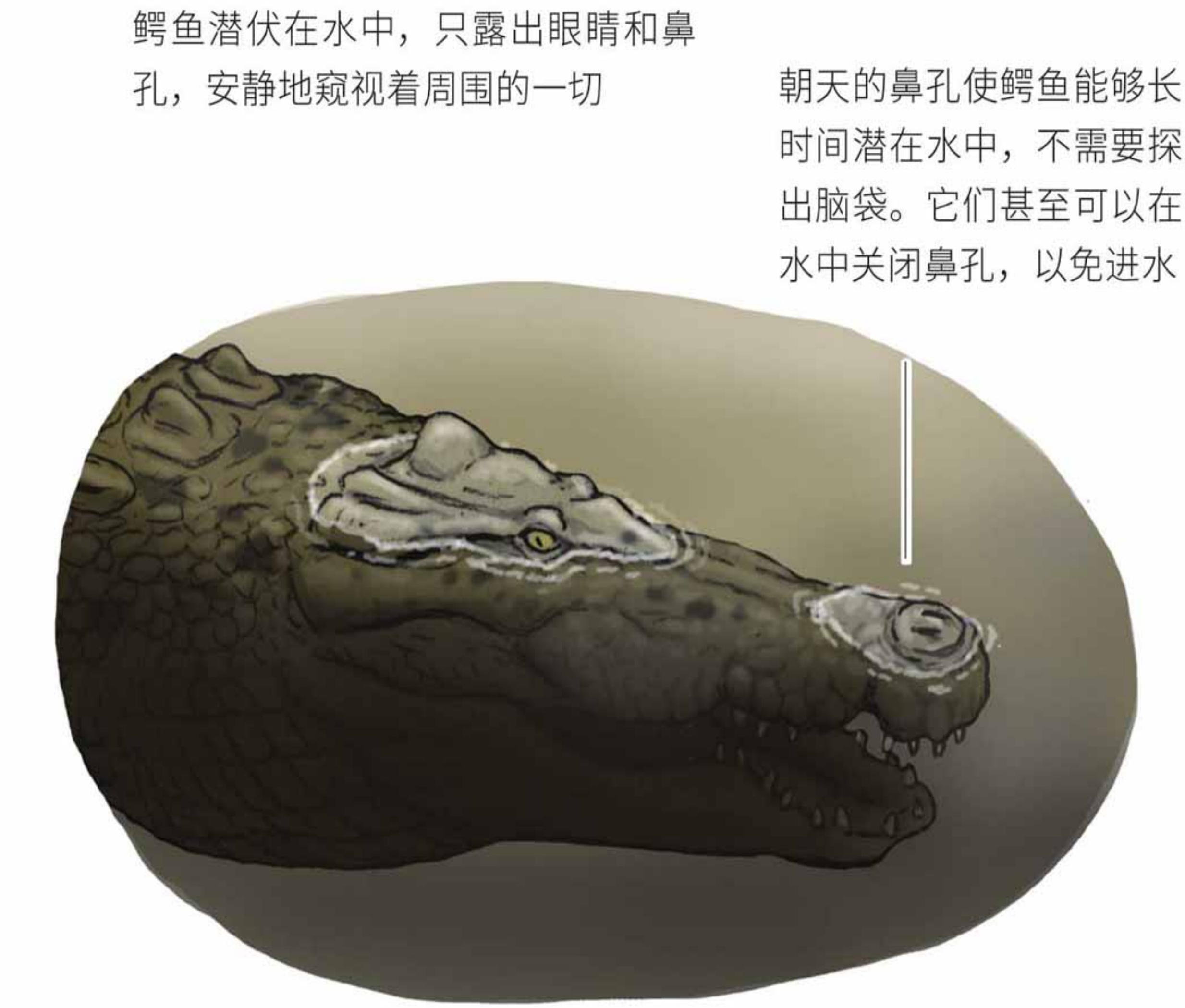
完成变身！

▪ 结构 将猎物撕裂后生吞

鳄鱼栖息在世界各地的热带和亚热带水域中。作为湖泊、沼泽的统治者，鳄鱼拥有地球上所有动物中最强的咬合力。它们通常潜伏在泥沼或湖泊中一动不动，只有眼睛和鼻孔露出水面，当其他动物靠近时，便会以迅雷不及掩耳之势偷袭。鳄鱼长在头部上方的眼睛以及朝天的鼻孔，都有利于它们潜伏在水中呼吸，待需要时能够迅速浮出水面。**图❶**

凭借其强大的咬合力，鳄鱼在咬住猎物后决不松口，把猎物拖入水中直至将它们溺死。不过，与超强的咬合力相比，鳄鱼开合嘴巴的能力有限，不擅长将猎物咬断。所以，它们通常只会咬住猎物的腿或其他部位，然后在水中原地翻转，直到猎物被撕裂成一块块。这种捕获并吞噬猎物的方式被称为“死亡翻滚”。**图❷**

鳄鱼无法像哺乳类动物那样咀嚼食物，只能用“死亡翻滚”的方式将猎物扯成易于吞咽的大小，然后整口吞下。它们锋利的牙齿并不用于咀嚼，而是用来刺入猎物并将其固定。由于鳄鱼需要始终保持牙齿的锋利度，它们一生中可以多次换牙，即便牙齿脱落也能快速长出新的。


鳄鱼潜伏在水中，只露出眼睛和鼻孔，安静地窥视着周围的一切
朝天的鼻孔使鳄鱼能够长时间潜在水中，不需要探出脑袋。它们甚至可以在水中关闭鼻孔，以免进水

图❶

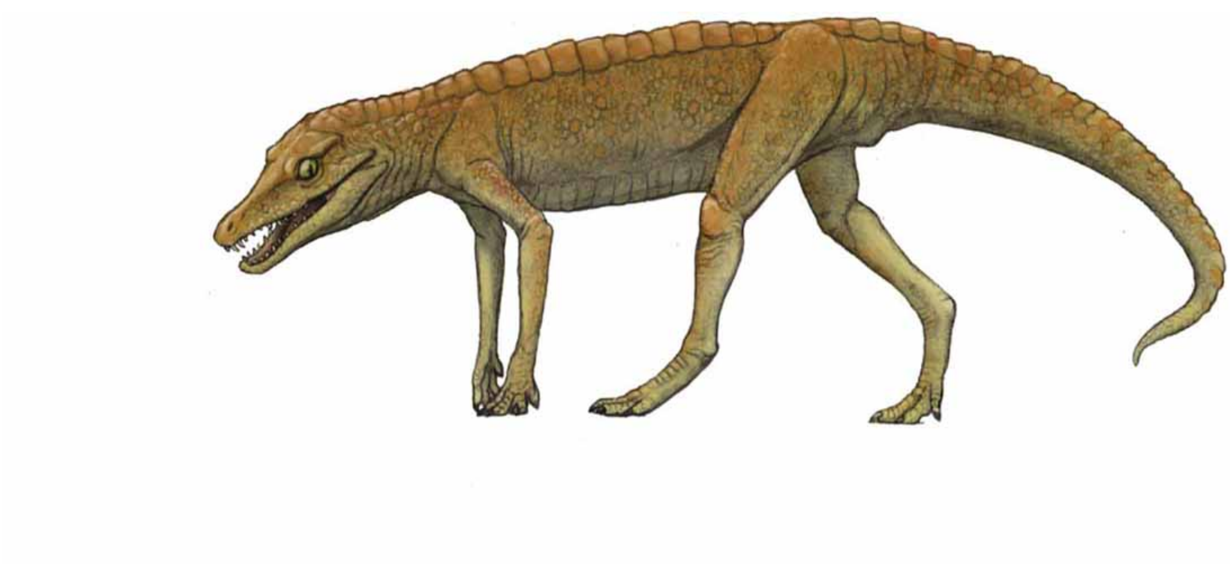


图❷

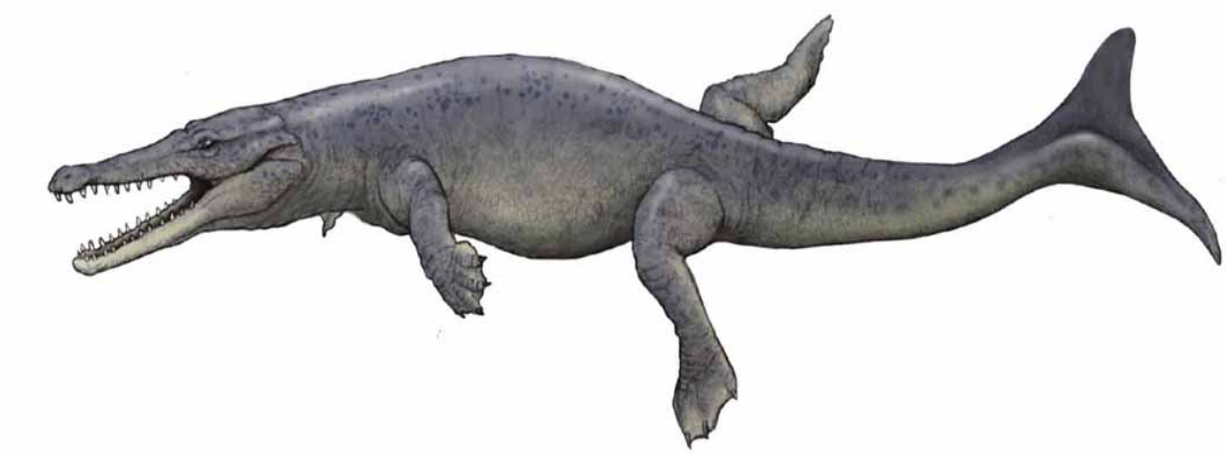
▪ 演化 种类繁多的史前鳄鱼

现生鳄鱼属于爬行类动物，主要生活在河流、湖泊等有限的淡水流域，而远古时代的鳄鱼祖先们不仅生活在水边，它们的足迹甚至遍布内陆和海洋。

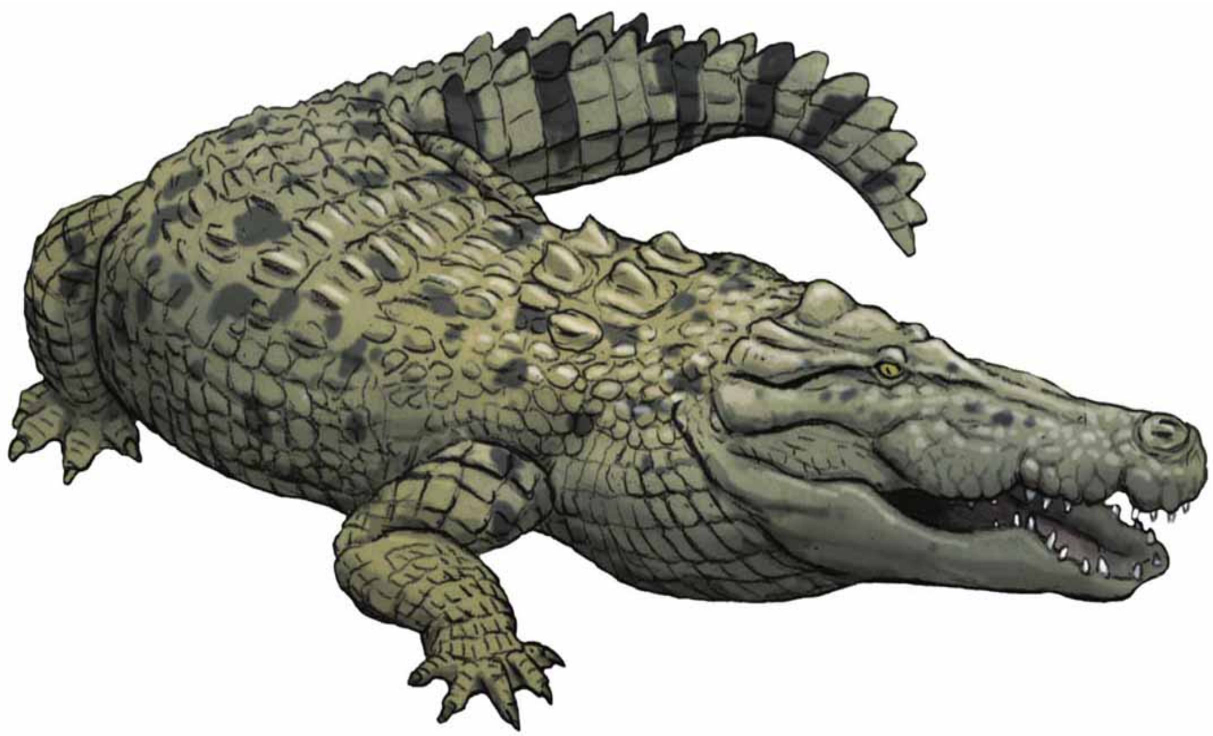
原鳄生活在大约2亿年前，是迄今发现的最古老的鳄鱼之一。**图❶** 它们全长1米左右，像哺乳类动物那样靠四肢支撑着身体行走。从外形来看，原鳄与现生鳄鱼差别颇大。人们在北美以及与之相距甚远的南非地区都发现了原鳄化石，这表明它们的分布范围十分广泛，甚至说明原鳄并不像现生鳄鱼那般拖着沉重的身体慢慢爬行。也许正是因为能够依靠四肢行走，它们才可以轻松地来往于内陆地区。之后，大约在1.6亿年前，一种生活在海洋里的史前鳄鱼——平喙鳄出现了。**图❷** 它们的四肢已经全部演化成鳍，尾巴也变成了鱼类的新月形尾鳍。为了适应水中生活，平喙鳄背部的鳞骨逐渐消失，身体也变得更为柔软，可以通过扭动身体和尾鳍来游泳。



图❶ 原鳄（Protosuchus） 被认为是最古老的鳄类之一，全长1米，可以用四肢支撑着身体站立行走



图❷ 平喙鳄（Metriorhynchus） 也称地蜥鳄，是一种适应海洋生活的鳄鱼，体形巨大，全长3米，前后肢演化成鳍，尾巴的形状也已改变



图❸

现生鳄鱼 适应陆地与淡水生活，属于变温动物。尽管用肺呼吸，但与其他哺乳类动物不同，鳄鱼短时间内憋气不呼吸也没问题。在水中时，它们的血液甚至还可以暂停流向肺部

大约在平喙鳄这类海生鳄鱼存在的同一时期，终于出现了类似现生鳄鱼那样可以水陆两栖的物种，并且只有这一物种的子孙后代一直在地球上生存至今。**图❸**

飞蜥

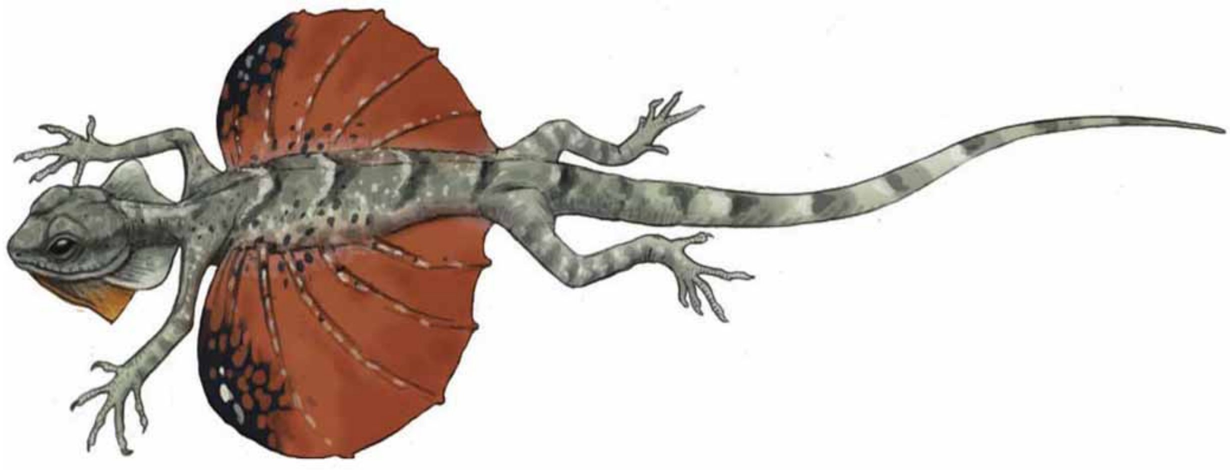
Flying lizard

飞蜥，顾名思义就是可以在空中飞行的蜥蜴。我们都知道，人类的肋骨是一种弧形小骨，环绕脊柱至胸骨，将心、肺及其他内脏包起来。与之不同的是，飞蜥的肋骨并没有环绕到胸部，而是向身体两侧伸展，肋骨之间还覆盖着皮膜——飞蜥以此来充当翅膀，在空中滑翔。

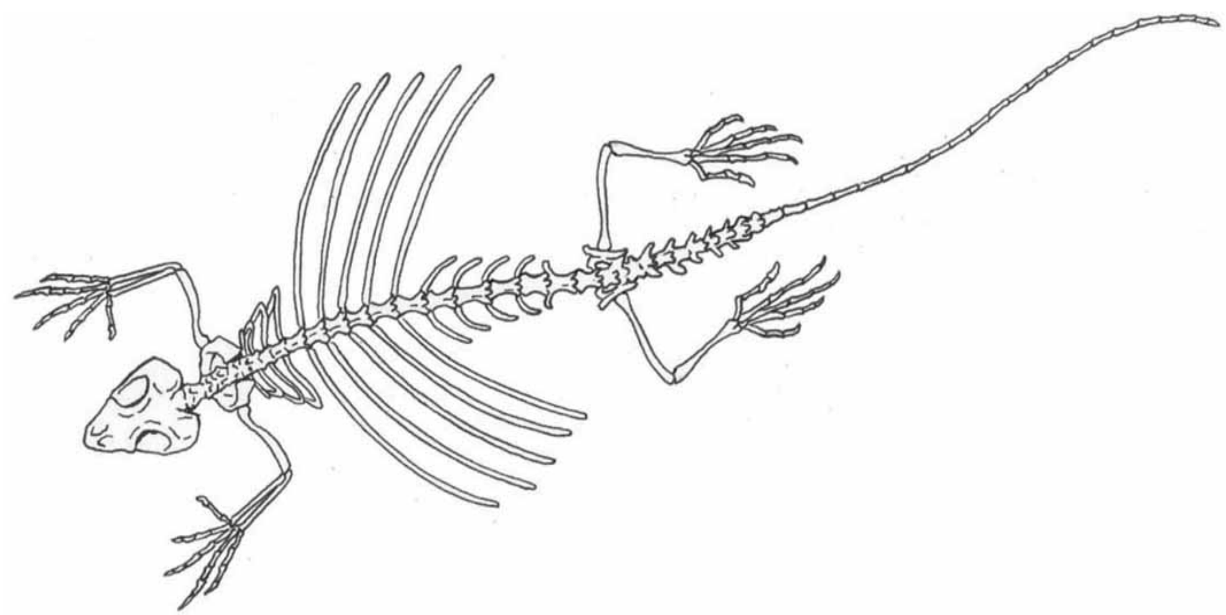


飞蜥人

飞蜥人变身法

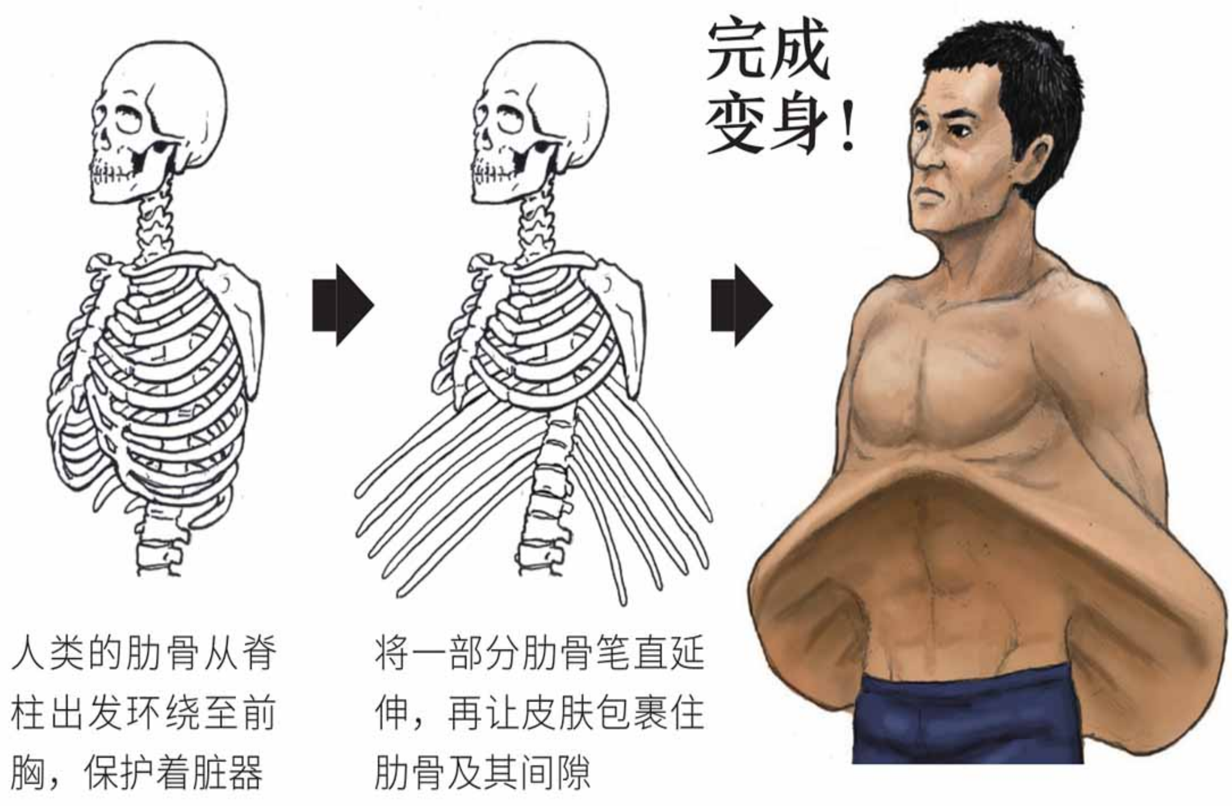


飞蜥



飞蜥的骨骼

一部分从脊柱出发的肋骨没有环绕身体生长，而是朝两侧伸展

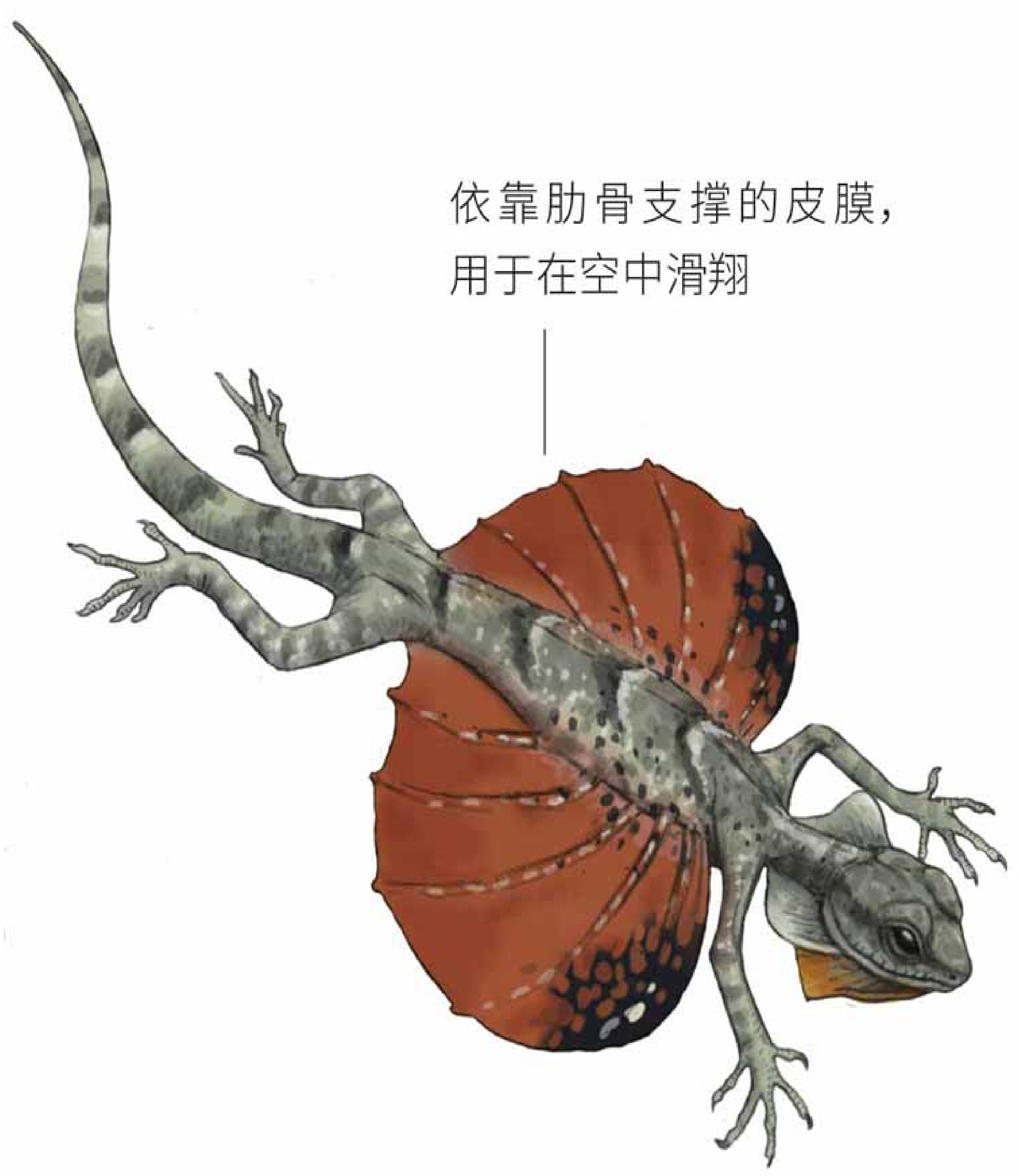

人类的肋骨从脊柱出发环绕至前胸，保护着脏器
将一部分肋骨笔直延伸，再让皮肤包裹住肋骨及其间隙
完成变身！

▪ 结构 适应树上生活的肋骨

飞蜥是一种生活在树上的蜥蜴，广泛分布于印度、马来半岛等热带、亚热带地区。虽说飞蜥是“会飞的蜥蜴”，它们却不具备鸟类、蝙蝠或某些昆虫那种自主飞行的能力，只能从高高的树枝上跃起，借势在空中滑翔。飞蜥的滑翔距离通常为5~10米，有一些也可飞出20米远。它们朝身体两侧延伸的肋骨之间有皮膜，起到了翅膀的作用。飞蜥的身体两侧各有5~7根肋骨，它们就像伞骨一样将皮膜支撑起来。**图❶**

飞蜥不仅可以在树丛中飞行，还擅长在陆地上移动。不同于鸟类和蝙蝠由前肢演化而来的翅膀，飞蜥的“翅膀”来自肋骨，所以它们的优势就在于依然可以用“脚”走路。平时，飞蜥都是用“脚”站在树干上，察觉危险来临时就会迅速攀爬，在树上自由地“行走”。**图❷**

飞蜥的身长通常为20~25厘米，其中尾巴就占了身体总长度的2/3。尾巴长并不是飞蜥独有的特点，而是大多数树栖动物的共同特征。人们普遍认为这些动物在细树枝上行走时，它们的尾巴可以起到保持平衡的作用。



图❶

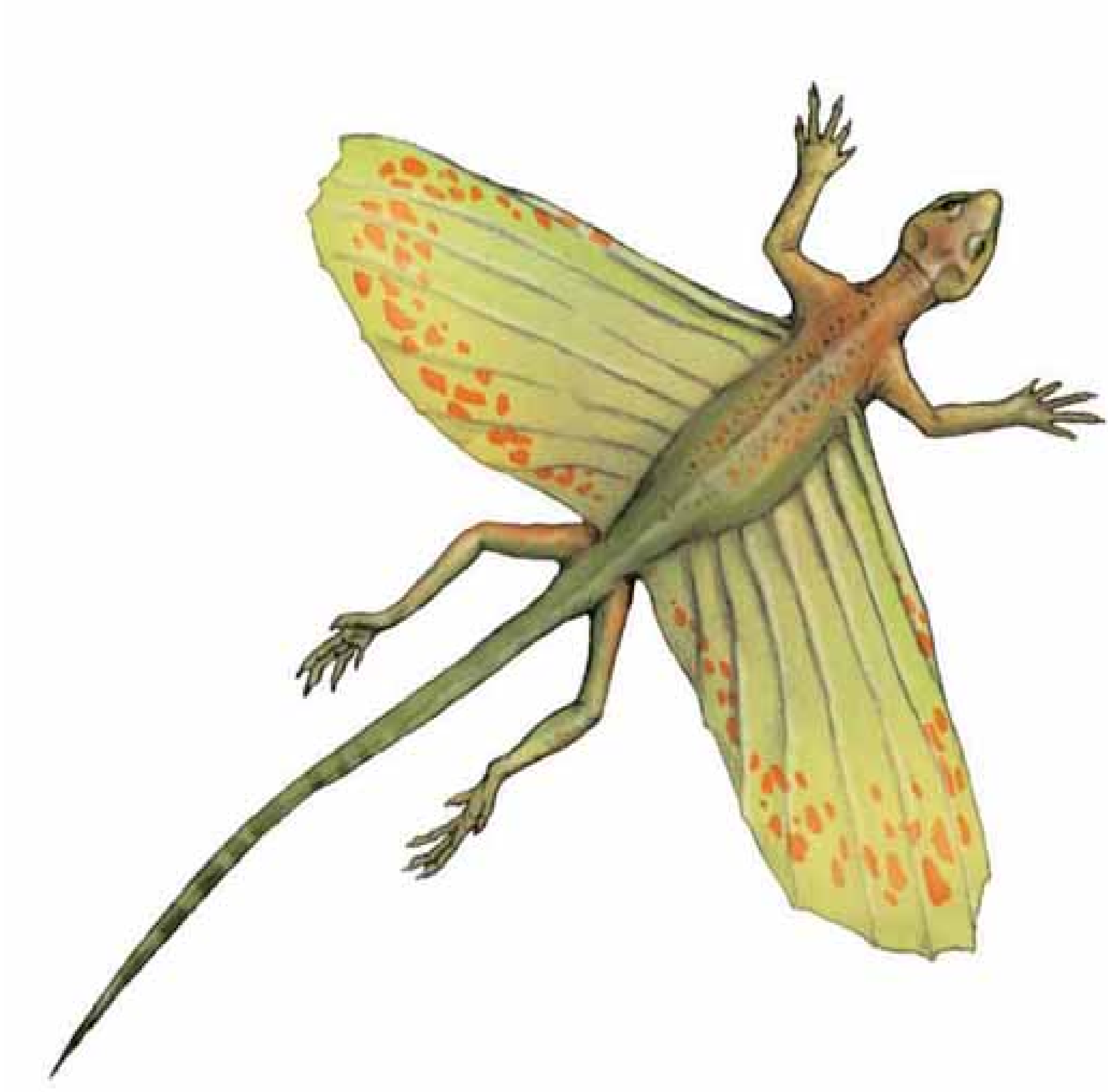

前足与飞行无关，
仅在移动时使用
无须滑翔时，“翅膀”
会收起来
长长的尾巴有助于在
树上保持平衡

图❷

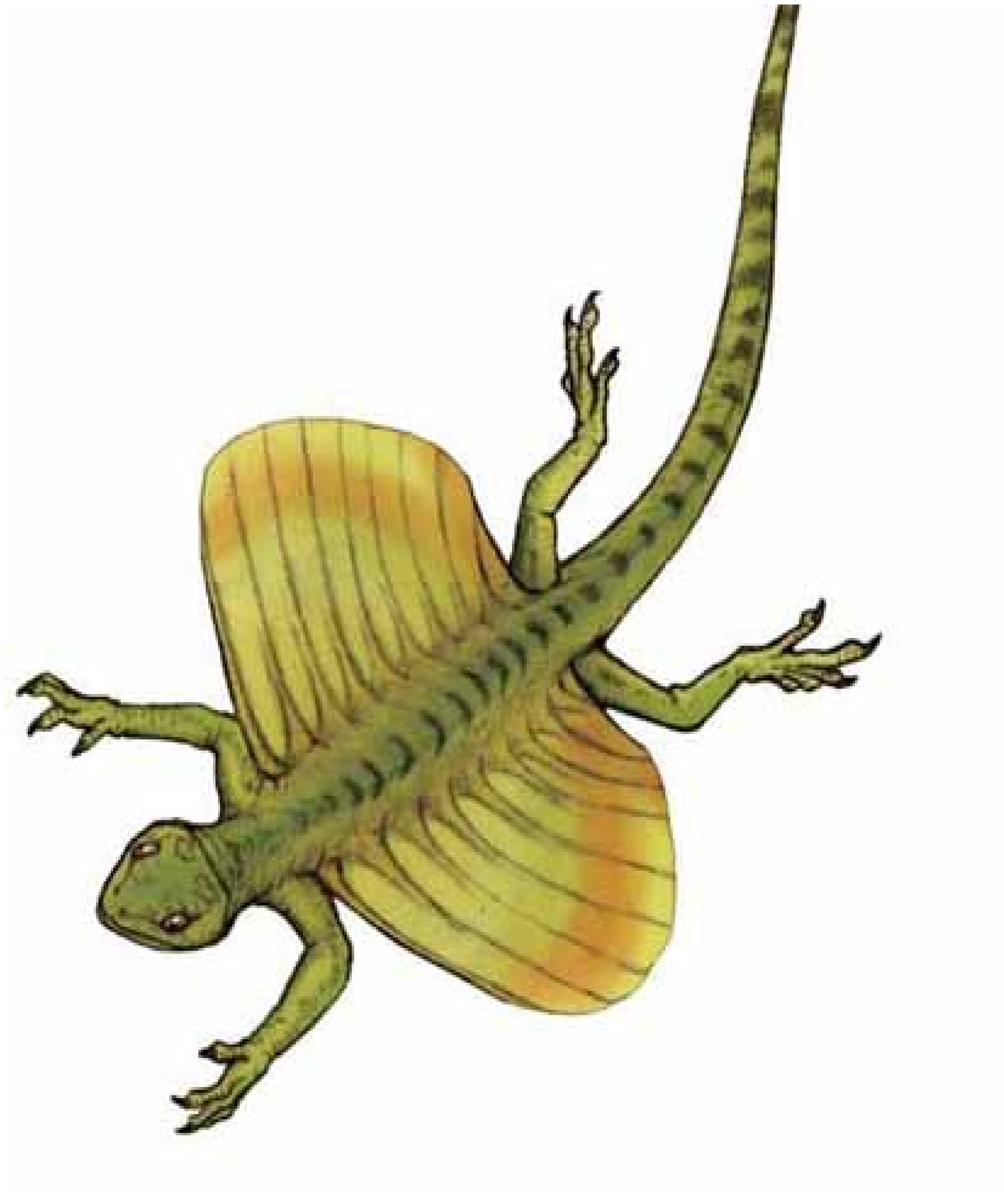
■ 演化 飞行爬行类时代

在距今大约2.5亿年前的一次生物大灭绝发生后，地球便进入了三叠纪。大量生物的灭绝换来新生物的崛起，爬行类一族迅速在陆地与海洋中大量繁衍。很多爬行类动物适应了水生生活，便进入海洋，乌龟和鳄鱼的祖先也出现在三叠纪。

像飞蜥这样会飞的爬行类动物在晚三叠世大量出现。它们被归为孔耐蜥科，和飞蜥一样，它们的肋骨从背部向两边延伸，腹侧长出翅膀，可以在空中滑翔。其中，最为人们所熟知的就是孔耐鳄与孔耐蜥。**图❶**据说由于孔耐蜥的“翅膀”不够大，它们无法在空中滑翔，从树上下落时，“翅膀”只能充当降落伞。

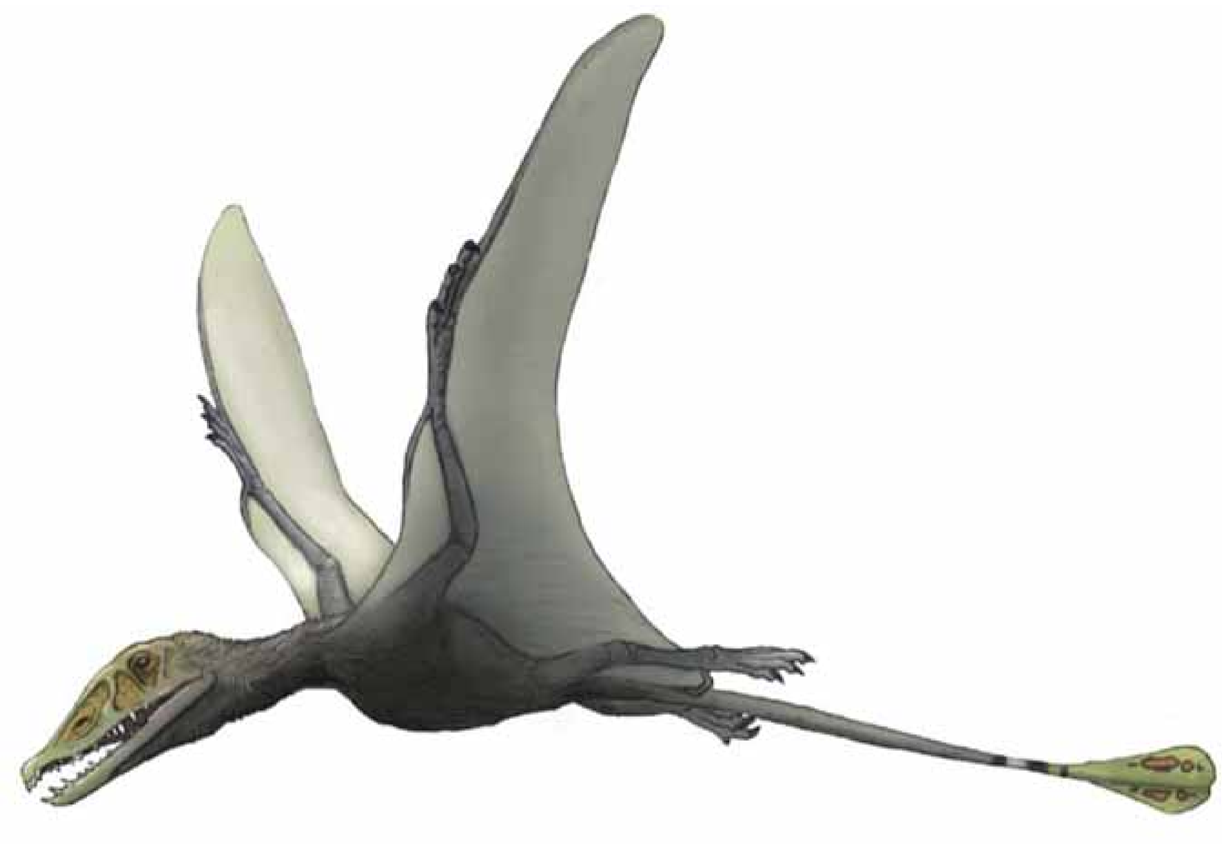


孔耐鳄（Kuehneosuchus）与飞蜥一样，身体两侧延伸的肋骨之间附有皮膜，用于在空中滑翔

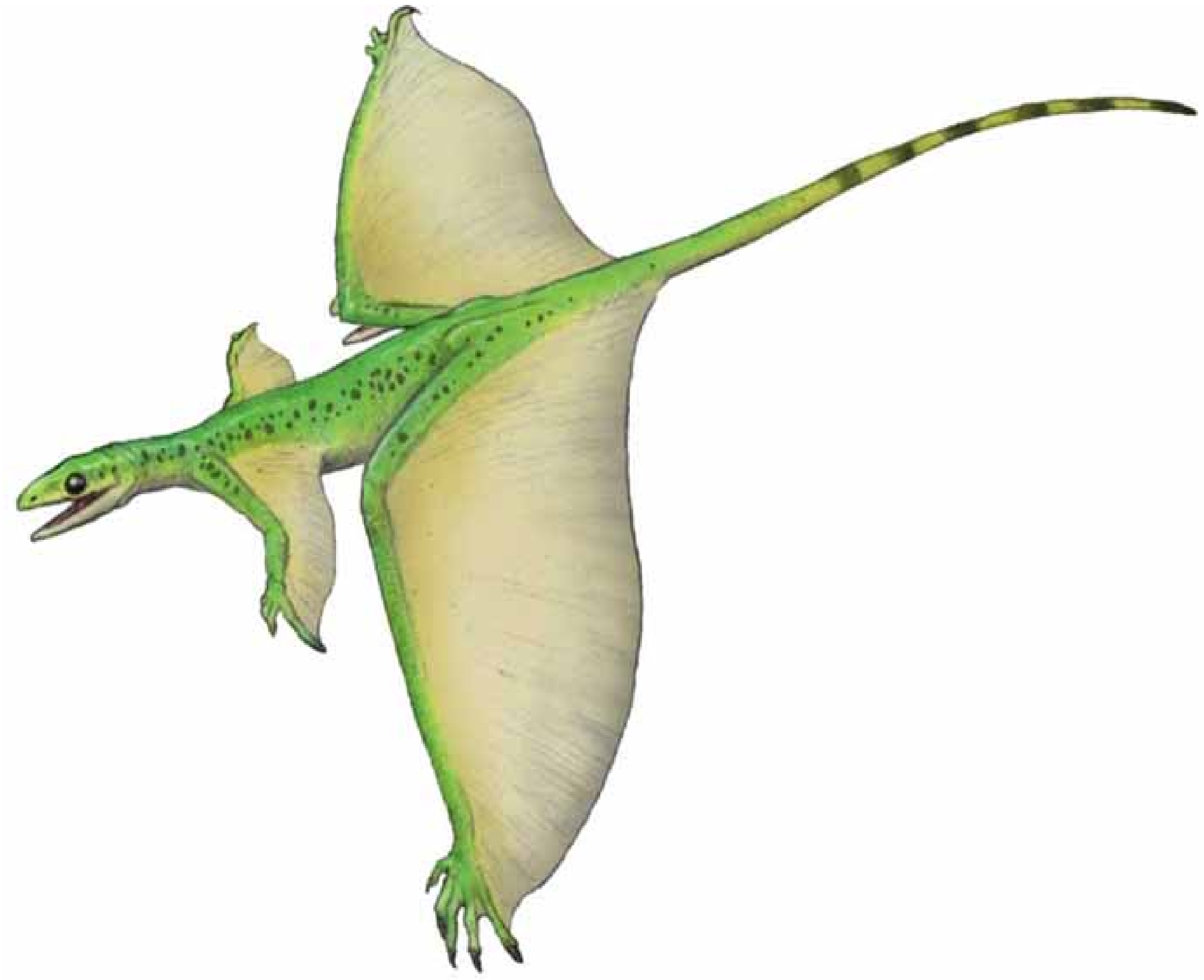


孔耐蜥（Kuehneosaurus）朝两侧延伸的肋骨之间也有皮膜，但无法滑翔。据说它们的“翅膀”只是在下落时充当降落伞

图❶ 类似飞蜥的飞行爬行类



沛温翼龙 （Preondactylus） 生活在三叠纪的翼龙，属于飞行爬行类动物。它们能像鸟类一样在空中展翅飞行，而不仅仅是短距离滑翔

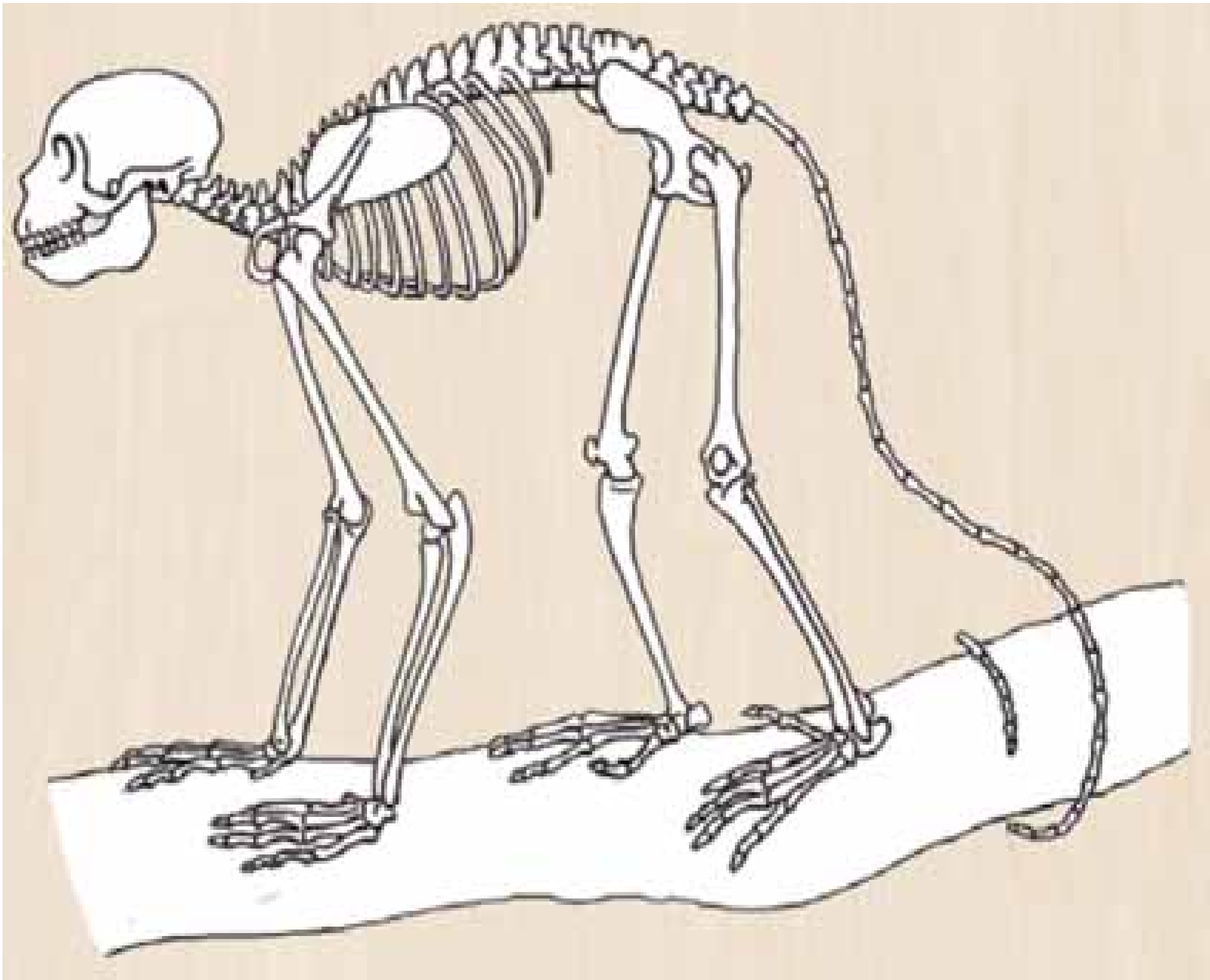


沙洛夫龙（Sharovipteryx） 属于用后肢控制飞行的爬行类动物，通过张开后肢与尾部之间的皮膜在空中滑翔

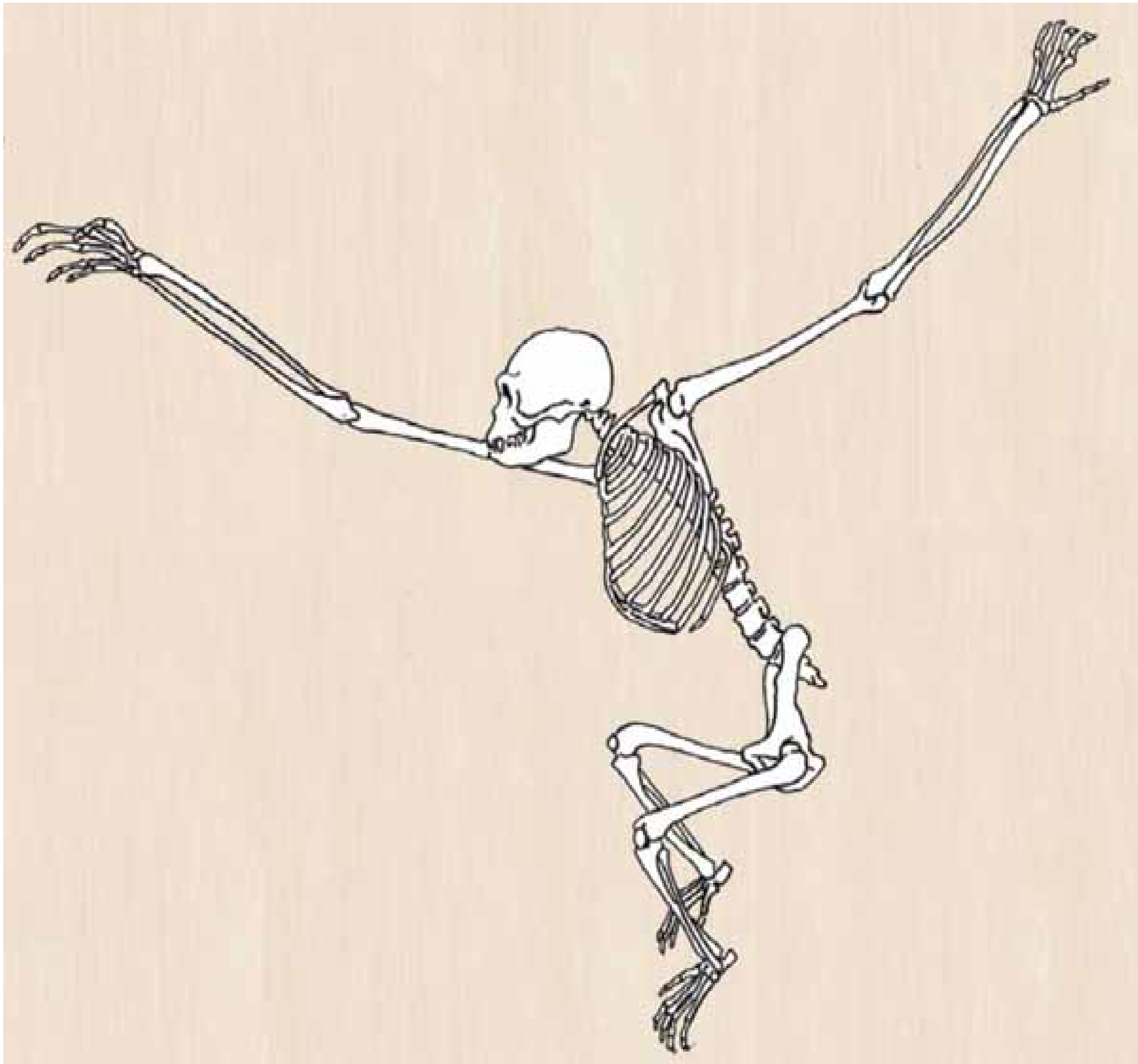
图❷已灭绝的飞行爬行类

除了会滑翔的爬行类动物外，三叠纪还出现了很多现已灭绝的飞行爬行类动物。**图❷**以无齿翼龙（*Pteranodon*）为代表的“翼龙”也出现在这一时期。它们是最早能在空中自由飞行而不仅仅是滑翔的飞行脊椎动物。另一种被称为沙洛夫龙的飞行爬行类动物更为独特，在它细长的后肢与尾巴之间，有一层皮膜。鸟类、蝙蝠甚至翼龙的翅膀都长在前肢上，沙洛夫龙的翅膀却来自后肢，它是一种罕见的用后肢控制飞行的爬行类动物。可见三叠纪是一个飞行爬行类动物为了适应环境而不断演化的过渡时期。

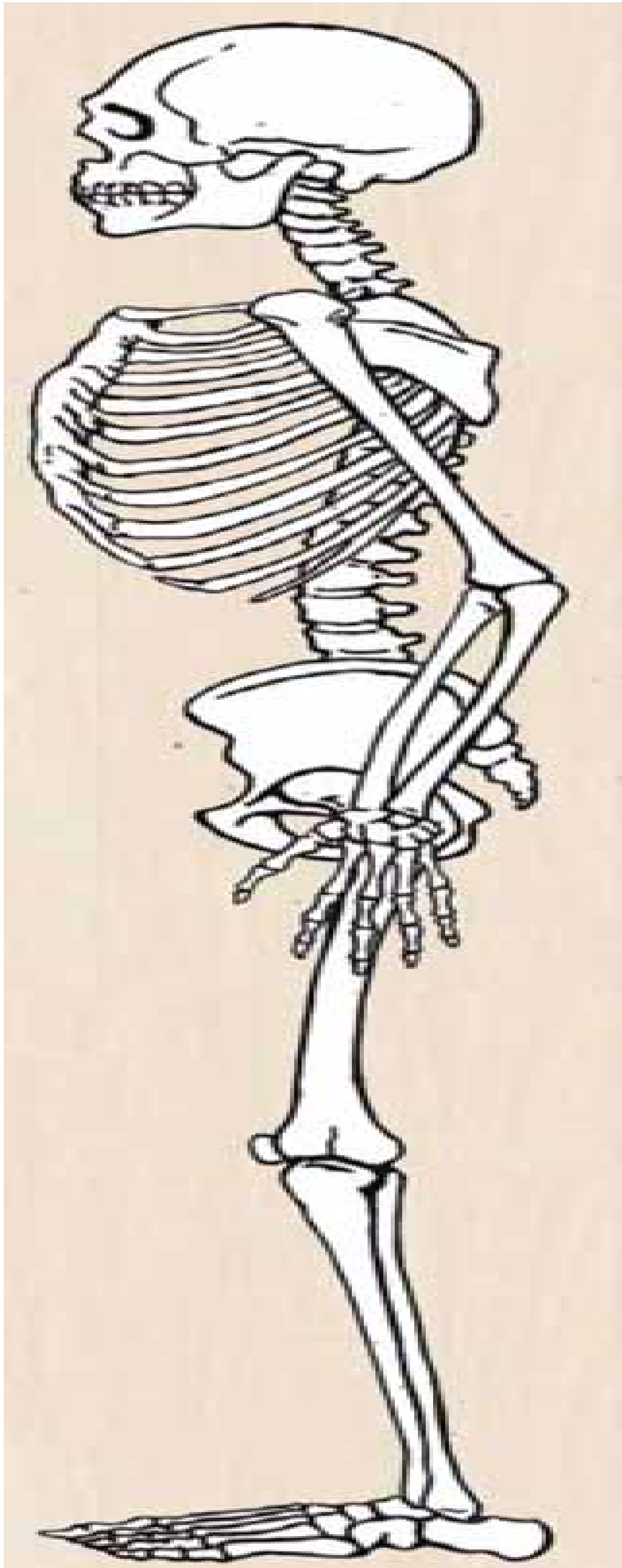
动物小知识1 尾巴



卷尾猴（Cebidae） 能够卷曲并缠绕在树枝上的长尾巴被视为它们的第五只“手”。卷尾猴在树上行走时，尾巴还有助于保持平衡。



长臂猿（Hylobatidae） 一种类人猿，生活在树上，但没有尾巴，擅长用长臂抓住树枝，交替摆动，悬荡前行。



人类 人类没有尾巴。也许是因为能够用双腿直立行走，人类不再需要靠尾巴来保持平衡，久而久之，尾巴便退化了。

为什么人类没有尾巴?

人类是没有尾巴的。有一种说法是，如果追溯到远古，人类的祖先是长着长尾巴、生活在树上的猴子。对在树上生活的它们来说，长尾巴就像第五只“手”一样重要，可以用来紧握树枝或保持平衡。之后，我们的祖先开始从树上走下来并使用双腿在地面上行走。因此人们普遍认为，人类的尾巴由于失去了功能而逐渐退化。然而，最接近人类的长臂猿和大猩猩同样生活在树上，它们也没有尾巴。为此，关于人类的尾巴为什么不见了，众说纷纭，至今尚未得出结论。

第2部分 哺乳类（陆地）

大象

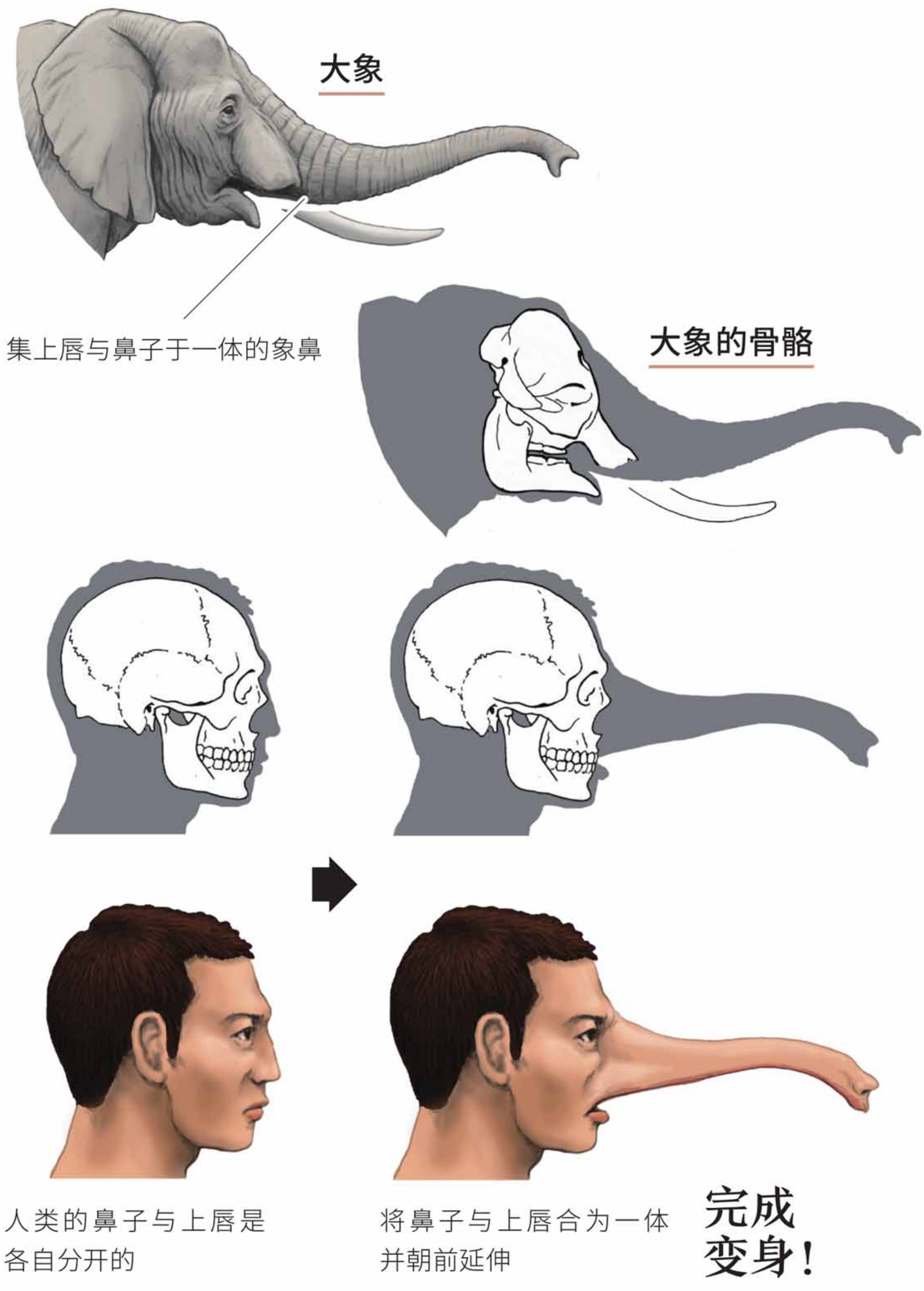
Elephant

长鼻子是大象的典型特征。然而，这条长长的鼻子不只是鼻子而已，还包括大象经过延伸的上唇。变长的象鼻和上唇除了用来呼吸，还能把水吸入鼻腔，把水和食物带入口中，甚至还能抓取食物。这是因为象鼻的顶端有一个突起，可以像人类的手指一样抓住或拾起较小的物体。



大象人

大象人变身法


大象
集上唇与鼻子于一体的象鼻
大象的骨骼
人类的鼻子与上唇是
各自分开的
将鼻子与上唇合为一体
并朝前延伸
完成
变身！

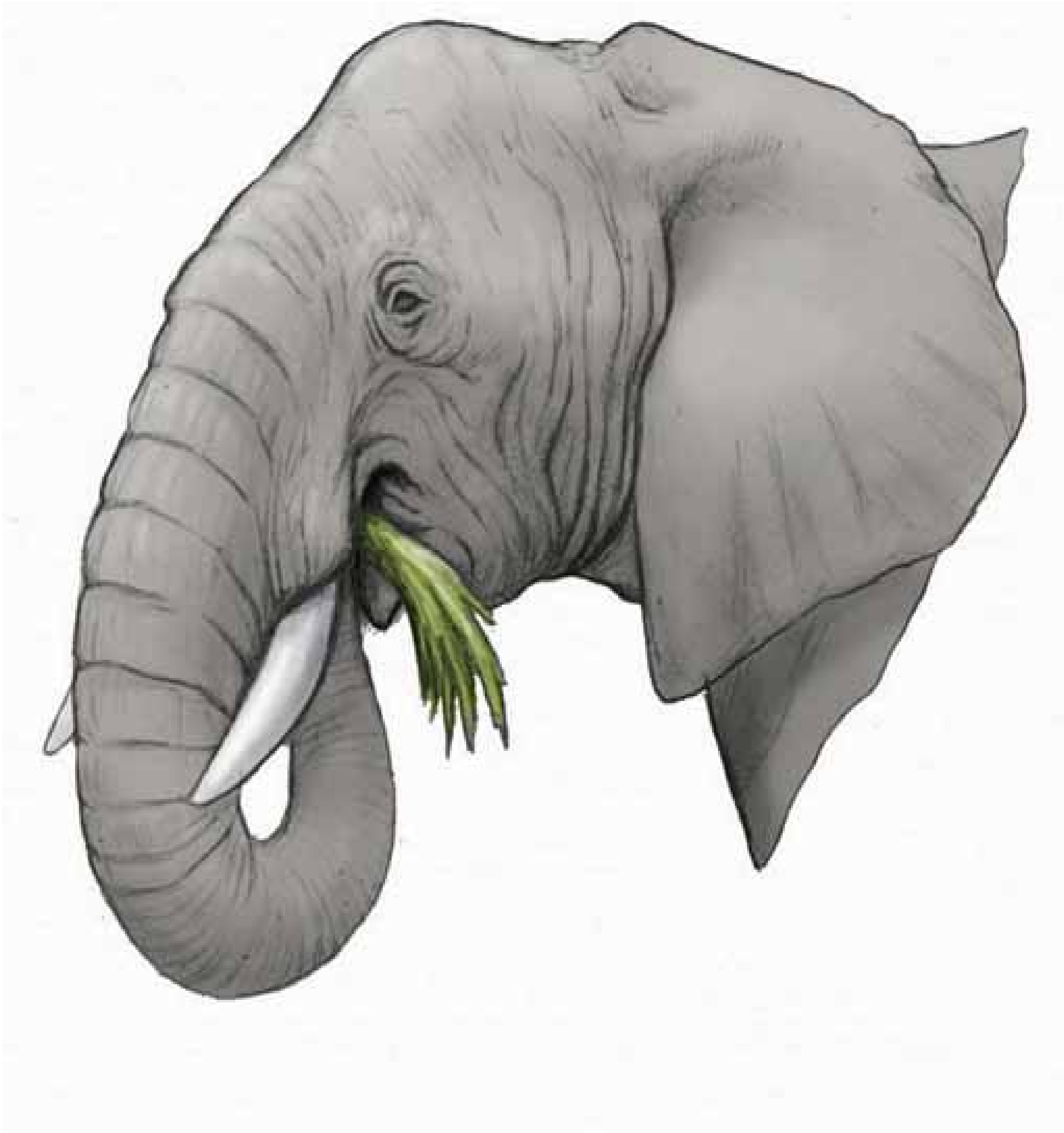
▪ 功能 多功能象鼻

象鼻是由大象的鼻子和上唇延伸结合而成的肌肉组织，并没有骨头和关节，因此十分柔软、灵活，可以自由弯曲或伸缩。象鼻在大象的日常生活中发挥着重要作用。

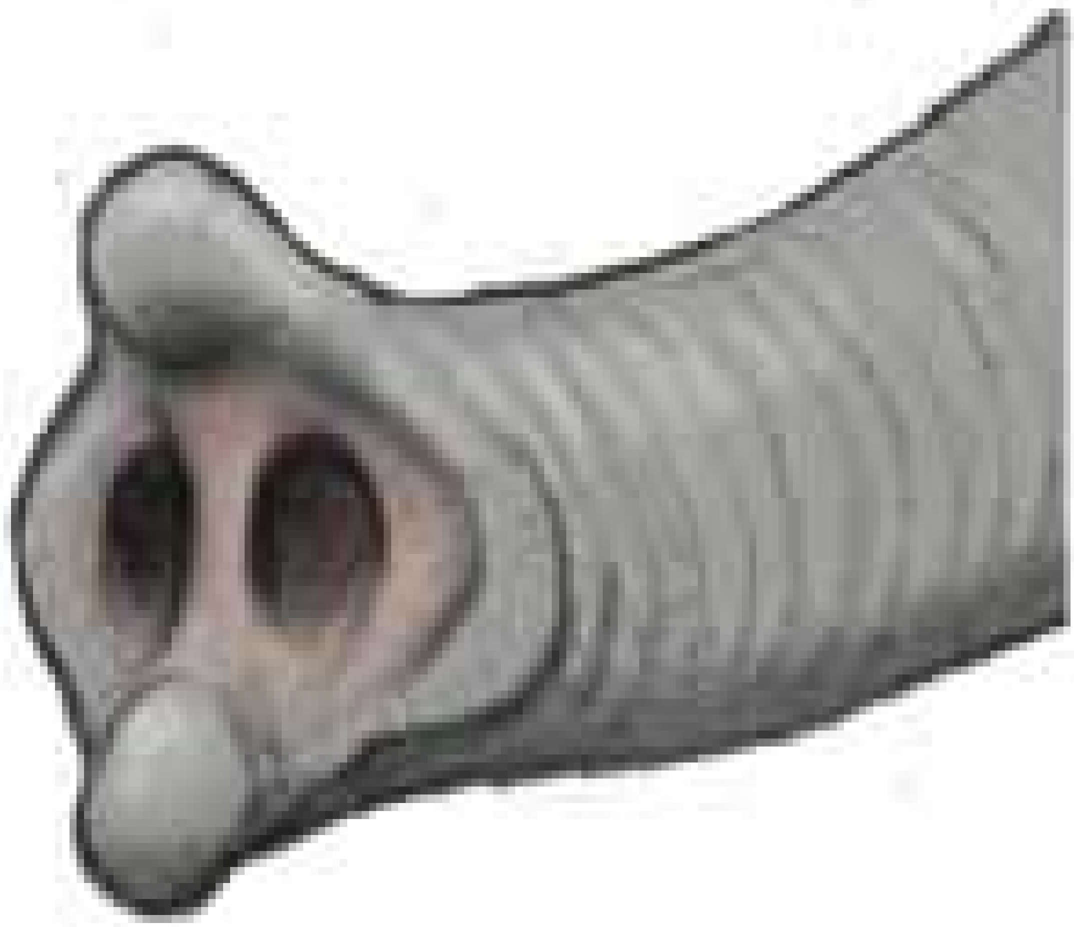
象鼻就像人类的手一样，可以将食物和水送入口中。**图❶**而象鼻顶端的突起又如同人类的手指一样灵巧，甚至能捡起掉在地上的花生，然后将其送进嘴里。**图❷**另外，当大象处于比自己身高更深的水下时，它们可以举起长鼻子，伸出水面呼吸。**图❸**

在大象的世界里，如**图❹**那般彼此缠绕鼻子是一种社交礼仪，就像人类打招呼一样。大象用长长的鼻子轻柔地触摸小象则被认为是一种情感的表达，就像人类爱抚孩子的头一样。

据说大象的视力极差，但它们却拥有比犬类更敏锐的超强嗅觉，可以凭借嗅觉找到很远处的食物与水源，或者察觉到潜在危险。对大象而言，象鼻除了最基本的功能以外，还有其他各种用途，就像人类的手一样，可以充当社交工具，并且具有灵敏的触觉。总之，象鼻是大象得以生存的必不可少的身体器官。



图❶ 将食物和水送入口中

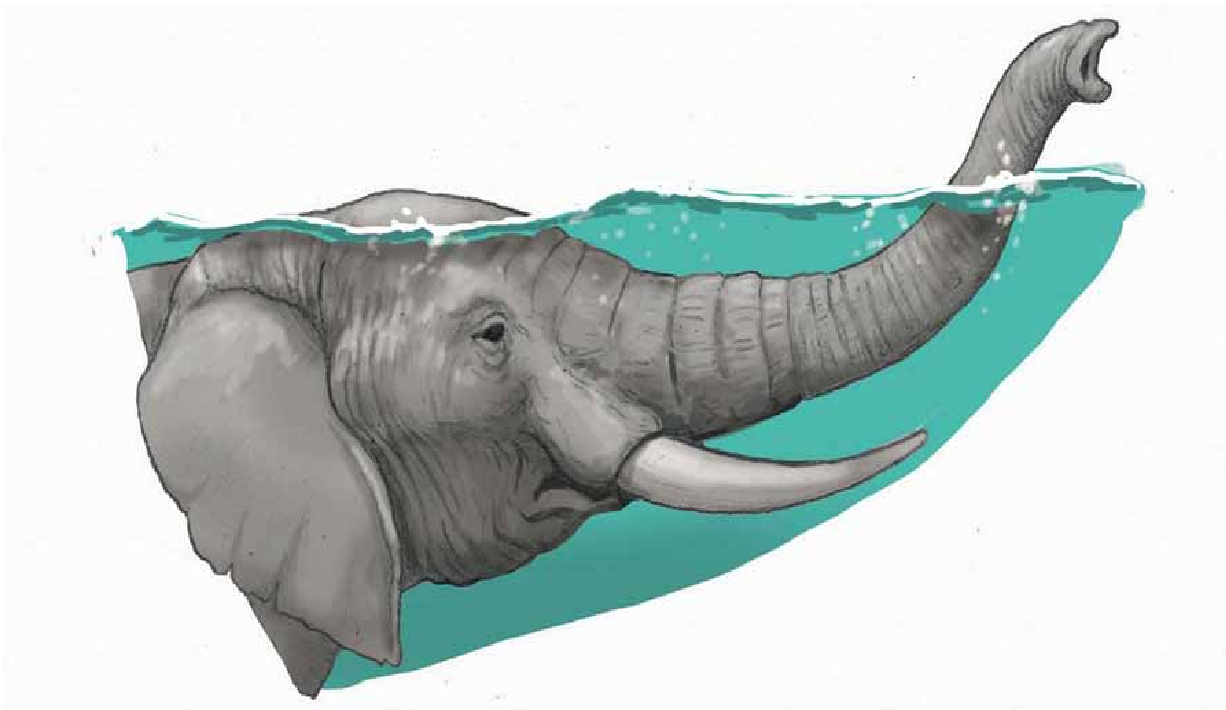


非洲象鼻子顶端的突起

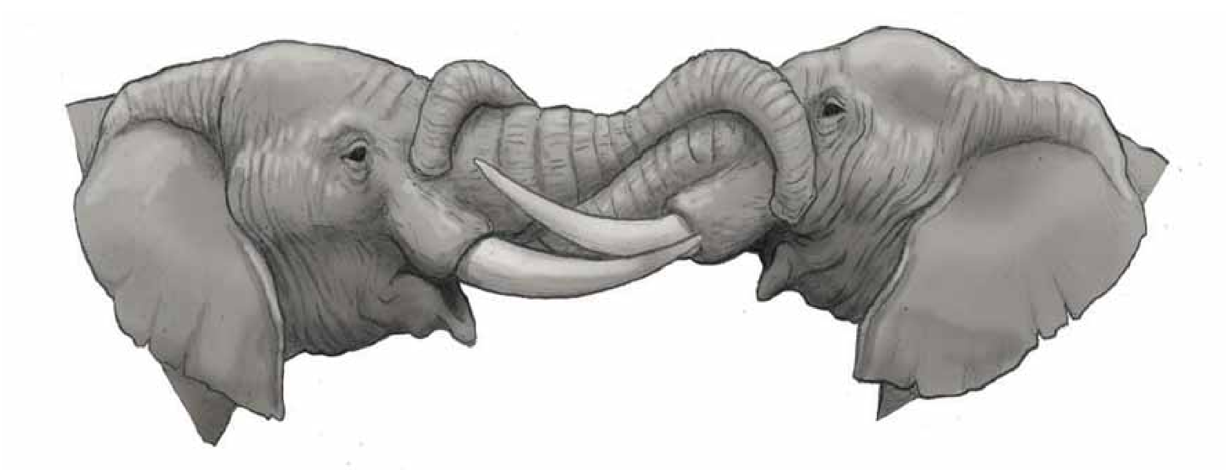


亚洲象鼻子顶端的突起

图❷ 象鼻顶端的突起就像人类的手指一样，可以拾取物体

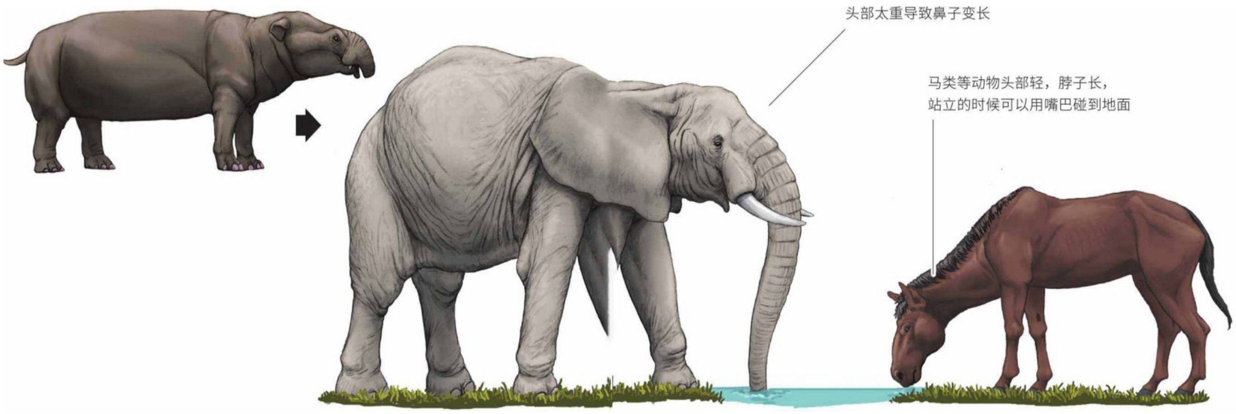


图❸ 通过高举鼻子在水里呼吸



图❹ 彼此缠绕鼻子是一种社交礼仪

■ 演化 大象的鼻子为什么会变长？



图❶ 原始大象：始祖象（Moeritherium）

图❷

大象为什么会有这么长的鼻子？大象的祖先到底是谁？这些问题至今没有明确的答案。长期以来，人们普遍认为始祖象就是象类最古老的祖先，但始祖象并没有长长的象鼻。**图❶**

始祖象生活在大约3600万年前的新生代。它们体长、腿短，外形更接近河马，大小又和猪差不多，看起来与现在的大象相去甚远。那时，始祖象似乎像河马或貘一样生活在水边，并以柔软的水草等水生植物为主要食物。之后，大象家族在演化过程中体形逐渐变大，随着四肢变长、身体变高，它们慢慢长出了长鼻子。

为什么唯独鼻子变长了呢？因为象类的特征包括拥有长长的象牙、巨型臼齿和巨大的头部骨骼等。这些特征直接导致大象的头部变得非常沉重，光是靠伸长脖子或屈膝跪地等方式根本无法吃到地上的食物。

因此，一种更有效的方式就是用软管一样的长鼻子来“运输”地上的食物或水，而不需要移动沉重的头部。也许这就是大象演化出长鼻子的原因吧。**图❷**

长颈鹿

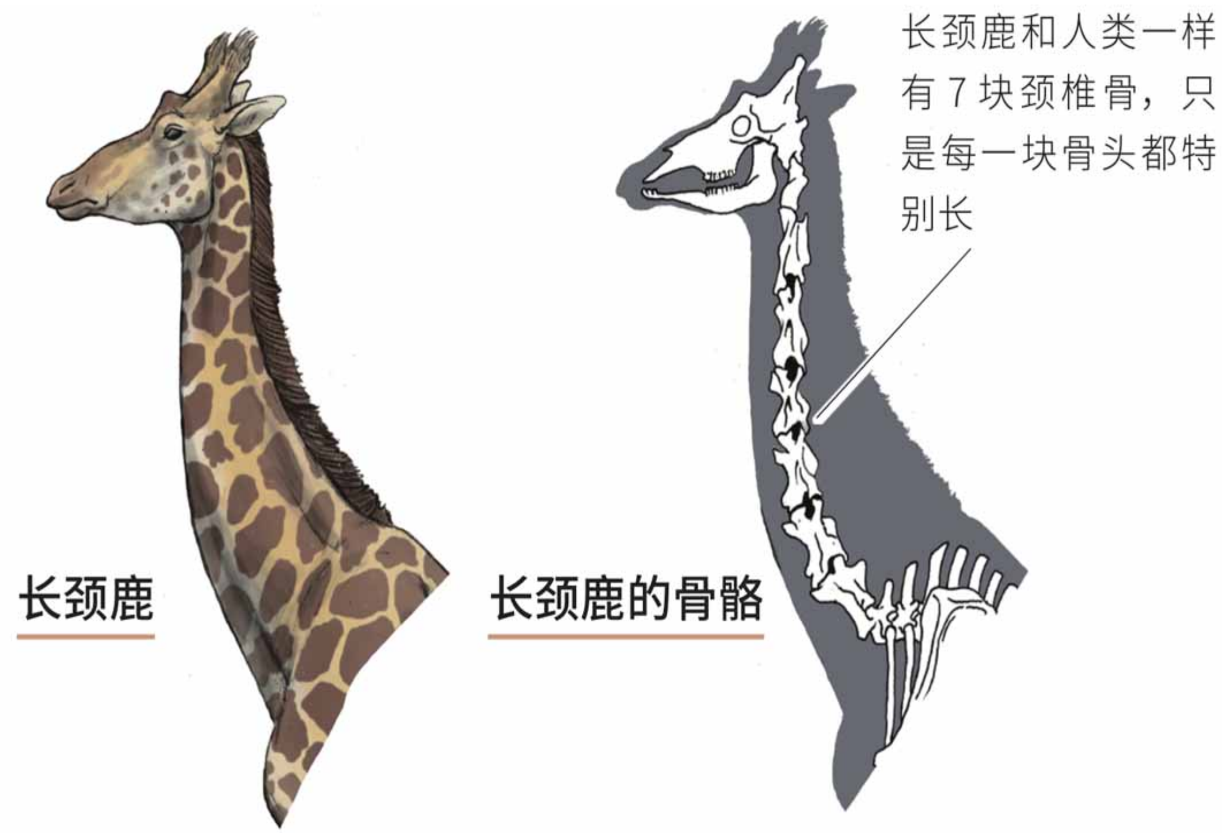
Giraffe

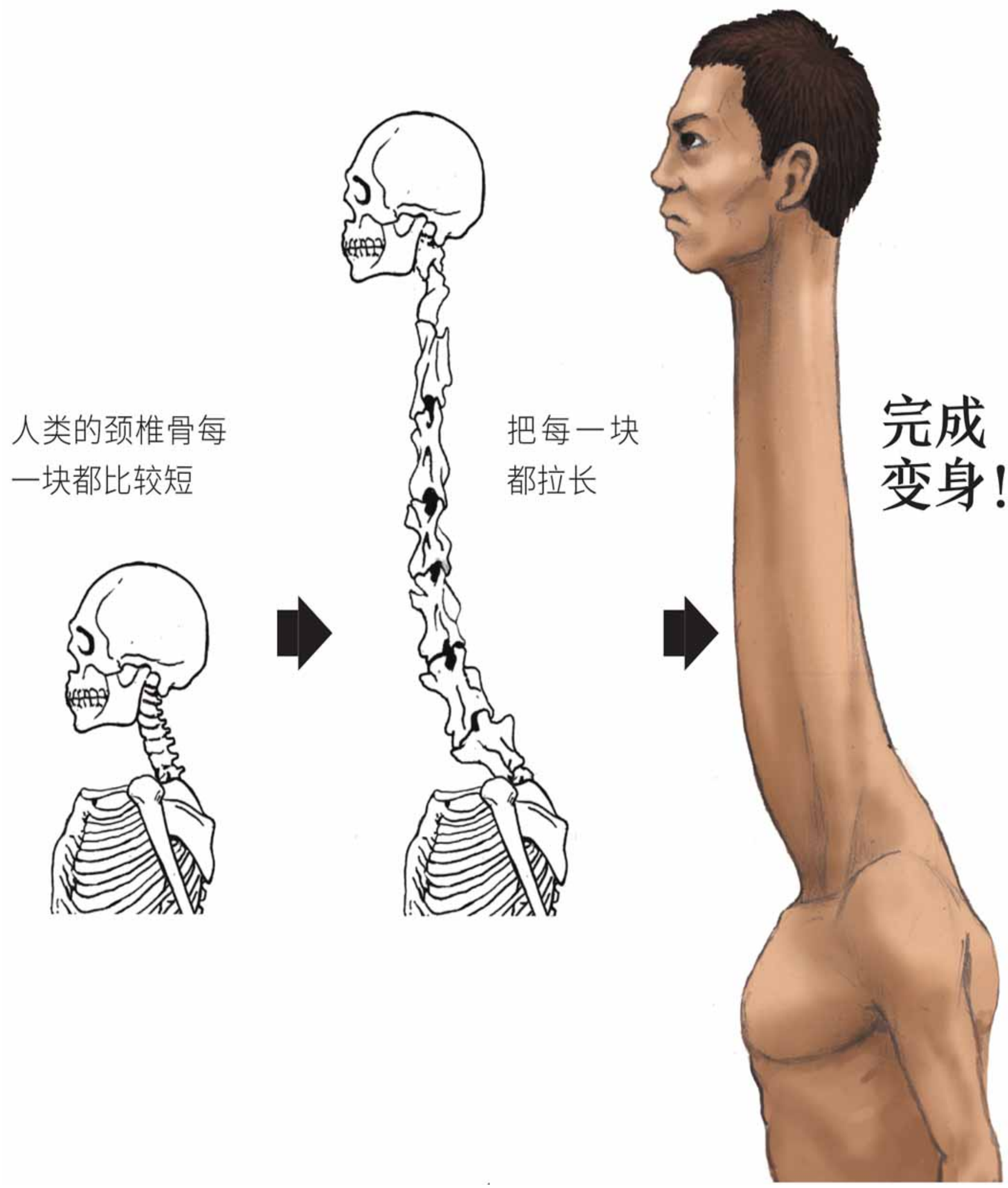
包括我们人类在内，哺乳类动物基本上都只有7块颈椎骨。长颈鹿的长脖子同样也是由7块颈椎骨构成的，只不过每一块骨头都特别长。但由于颈椎骨之间的关节数比较少，所以它们的脖子弯曲度有限。


如果人类有
这样的身体
结构……

长颈鹿人

长颈鹿人变身法




人类的颈椎骨每
一块都比较短
把每一块
都拉长
完成
变身！

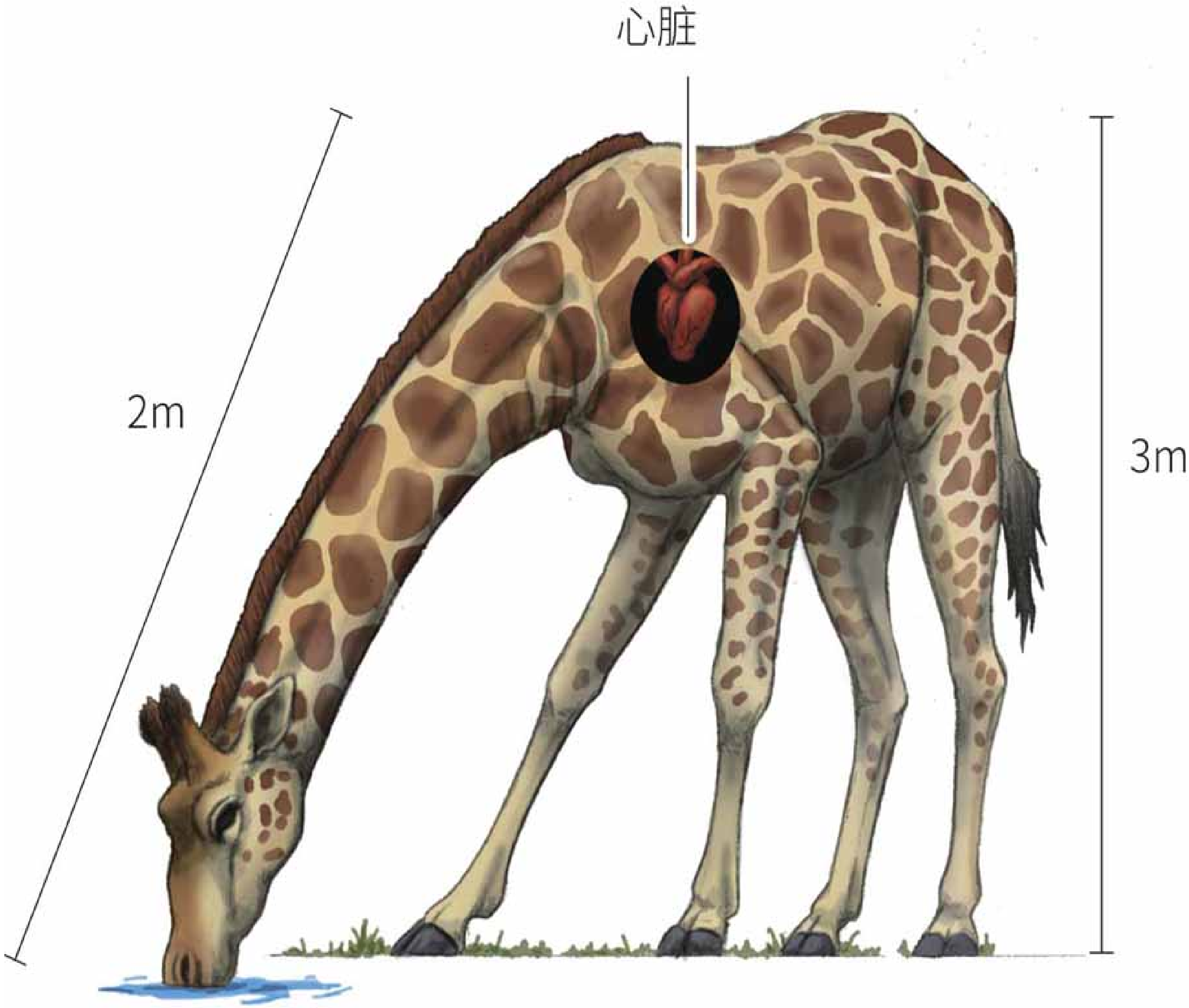
▪ 结构 得天独厚的长脖子

长颈鹿的头部距离地面约5米，心脏距离地面约3米，因此心脏需要很高的血压才能把血液输送到2米之上的头部。**图❶**我们比较了哺乳类动物的血压并得到如下结果：人类120 mmHg，犬类110 mmHg，牛160 mmHg，猫170 mmHg，而长颈鹿的血压是260 mmHg，明显高于其他动物。

然而，当长颈鹿低头喝水时，它们的头部要移向距离心脏3米之下的地面。由于长颈鹿的血压本身就比较高，一时间大量血液会涌入其头部。如果再从脑充血的状态下忽然抬起头来，血液又会急速回流，很可能会导致贫血。

实际上长颈鹿却完全没有这种困扰，原因就在于它们的脑底部有一团海绵似的网状小动脉。**图❷**这一特殊构造可以缓冲来自颈动脉的血液，防止大量血液一次性涌入大脑。

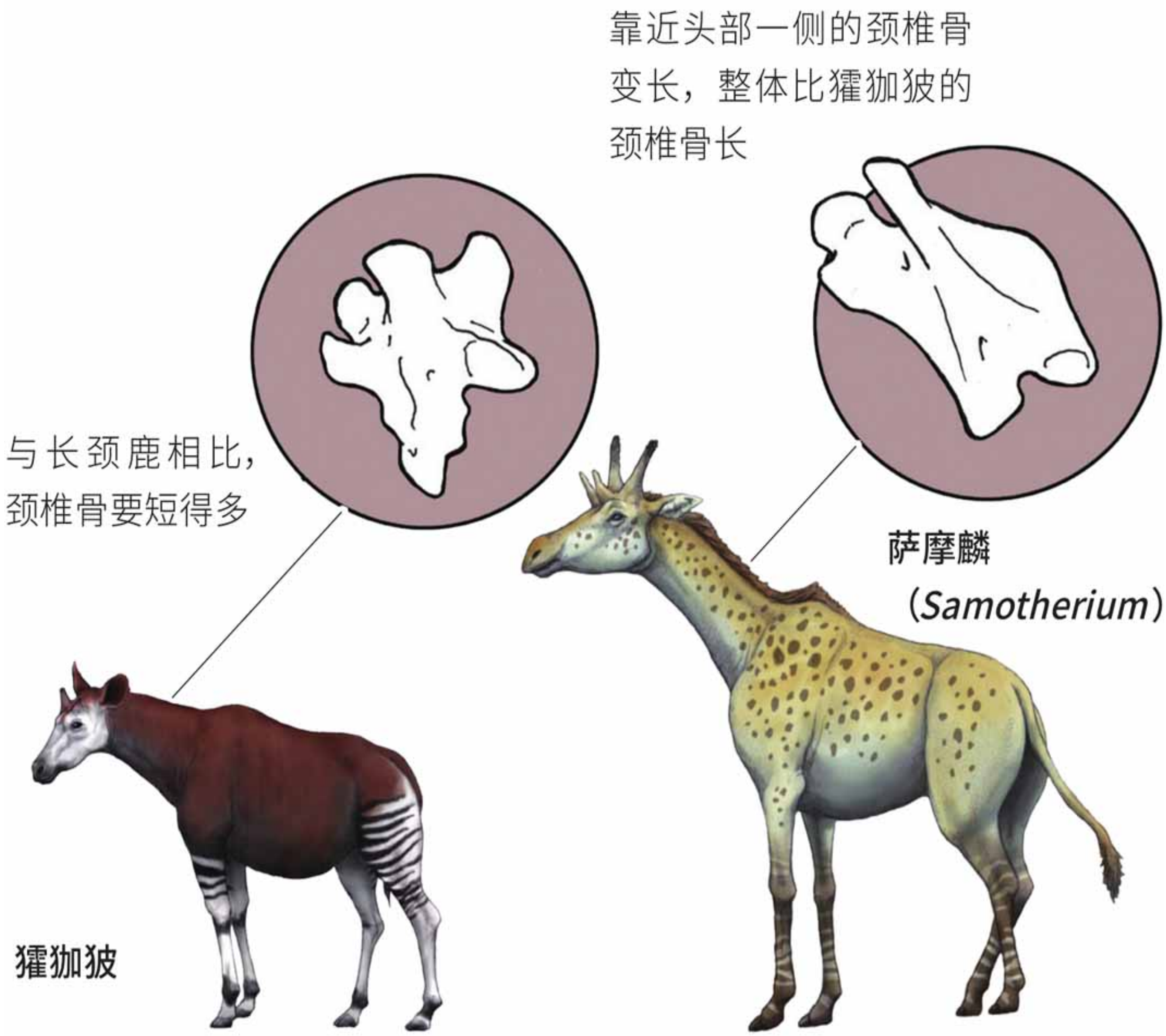
话说长颈鹿的近亲朋友中有一个叫獾㹢狓（Okapi）的家伙。虽然这家伙没有长脖子，但脑底部也有可以缓冲血流速度的网状小动脉。有人说獾㹢狓就是原始的长颈鹿，也许正是因为有了网状小动脉的保护，长颈鹿才能在演化的过程中逐渐长出长长的脖子。



图❶ 正在喝水的长颈鹿



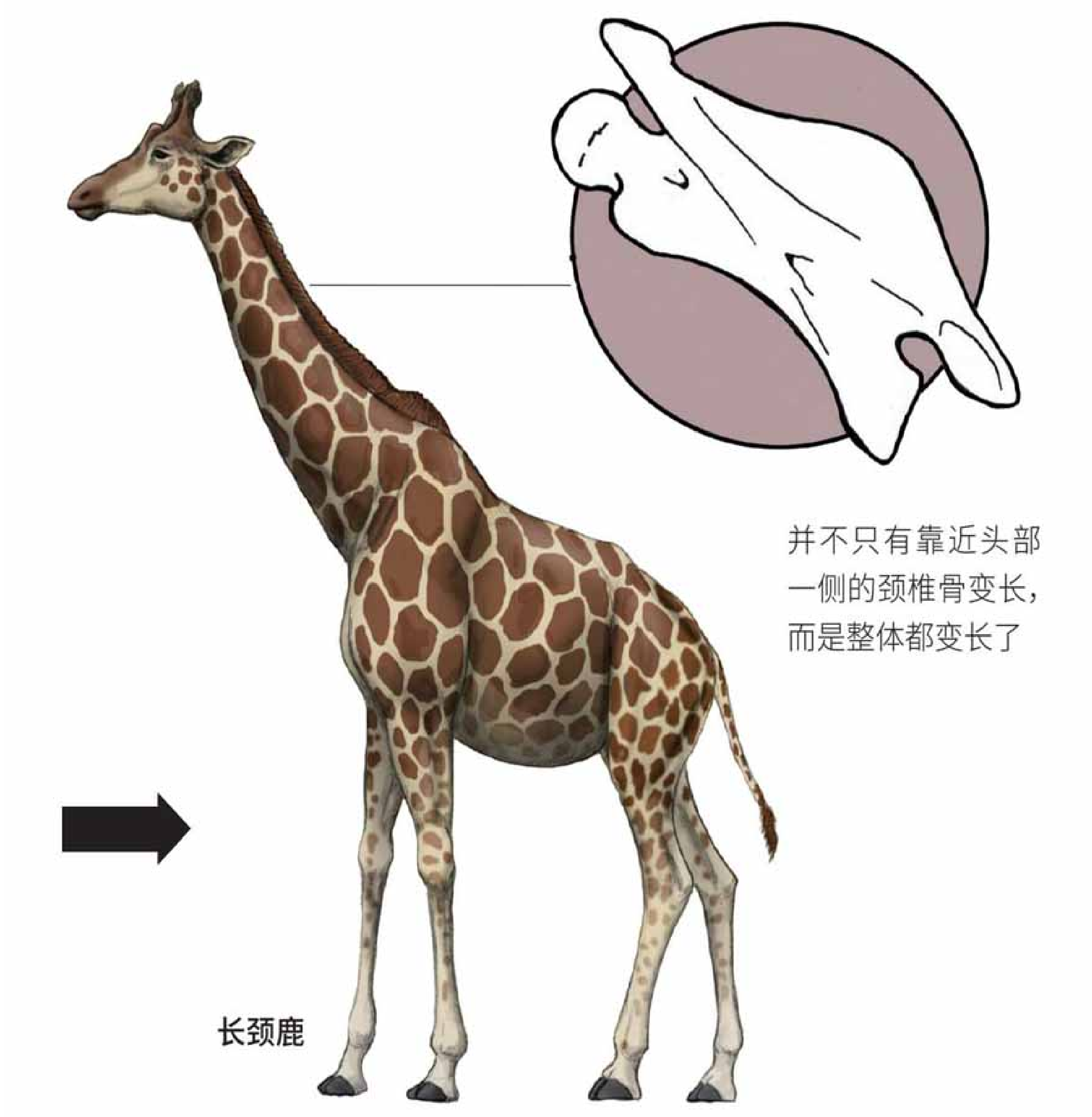
图❷


靠近头部一侧的颈椎骨
变长，整体比獾㹢狓的
颈椎骨长
与长颈鹿相比，
颈椎骨要短得多
萨摩麟
（*Samotherium*）
獾㹢狓

■ 演化 脖子变长的两个阶段

如今，长颈鹿家族中只剩下栖息于热带、亚热带稀树草原的长颈鹿和生活在热带雨林的獾㹢狓。然而在远古时代，它们的亲朋好友可多了，有的长着雄鹿般威风的鹿角，有的拥有牛一样结实的体格，但唯独没有脖子长的。那么，在演化过程中，长颈鹿的脖子是怎样一步一步变长的呢?

在2015年发表的一项研究中，纽约理工学院的梅琳达博士将现生长颈鹿与已灭绝的古长颈鹿的颈椎骨长度进行了比较。结果表明，现生长颈鹿脖子变长是由于每一块颈椎骨都在慢慢变长。只要能找到已灭绝的古长颈鹿的颈椎骨化石，我们就能大致推算出它们脖子的长度。在研究对象中，有一类演化中的古长颈鹿，它们就是大约700万年前广泛分布于欧亚大陆的萨摩麟。萨摩麟颈椎骨的特征是：只有上半部分（靠近头部的地方）的颈椎骨变长。相比之下，现生长颈鹿的颈椎骨上、下两部分都变得很长。这一现象表明，长颈鹿脖子变长的过程分为两步，首先是颈椎骨的上半部分变长，随后才是下半部分变长。


并不只有靠近头部
一侧的颈椎骨变长，
而是整体都变长了
长颈鹿

犬

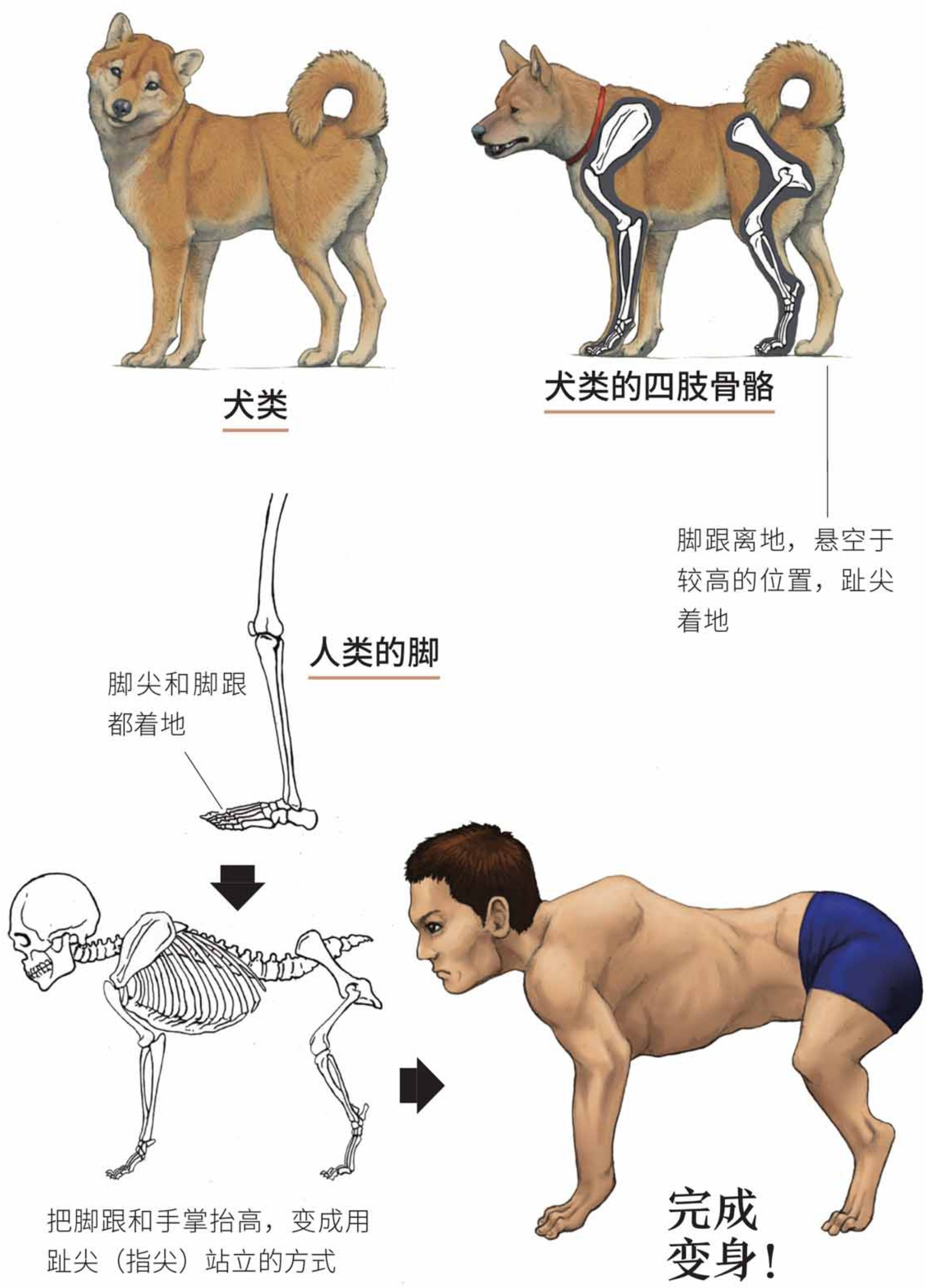
Dog


如果人类有这样的身体结构……

犬人

人类站立时足底紧贴地面。如果像犬类那样站立，则我们的脚掌将变得细长，脚跟离地并保持在距地面较高的位置，始终用脚趾和前脚掌的一部分行走。这种行走方式被称为趾行，除犬类外，猫科动物等肉食性哺乳动物也多以这种方式行走。

犬人变身法



犬类
犬类的四肢骨骼
脚跟离地，悬空于较高的位置，趾尖着地
人类的脚
脚尖和脚跟都着地
把脚跟和手掌抬高，变成用趾尖（指尖）站立的方式
完成变身！

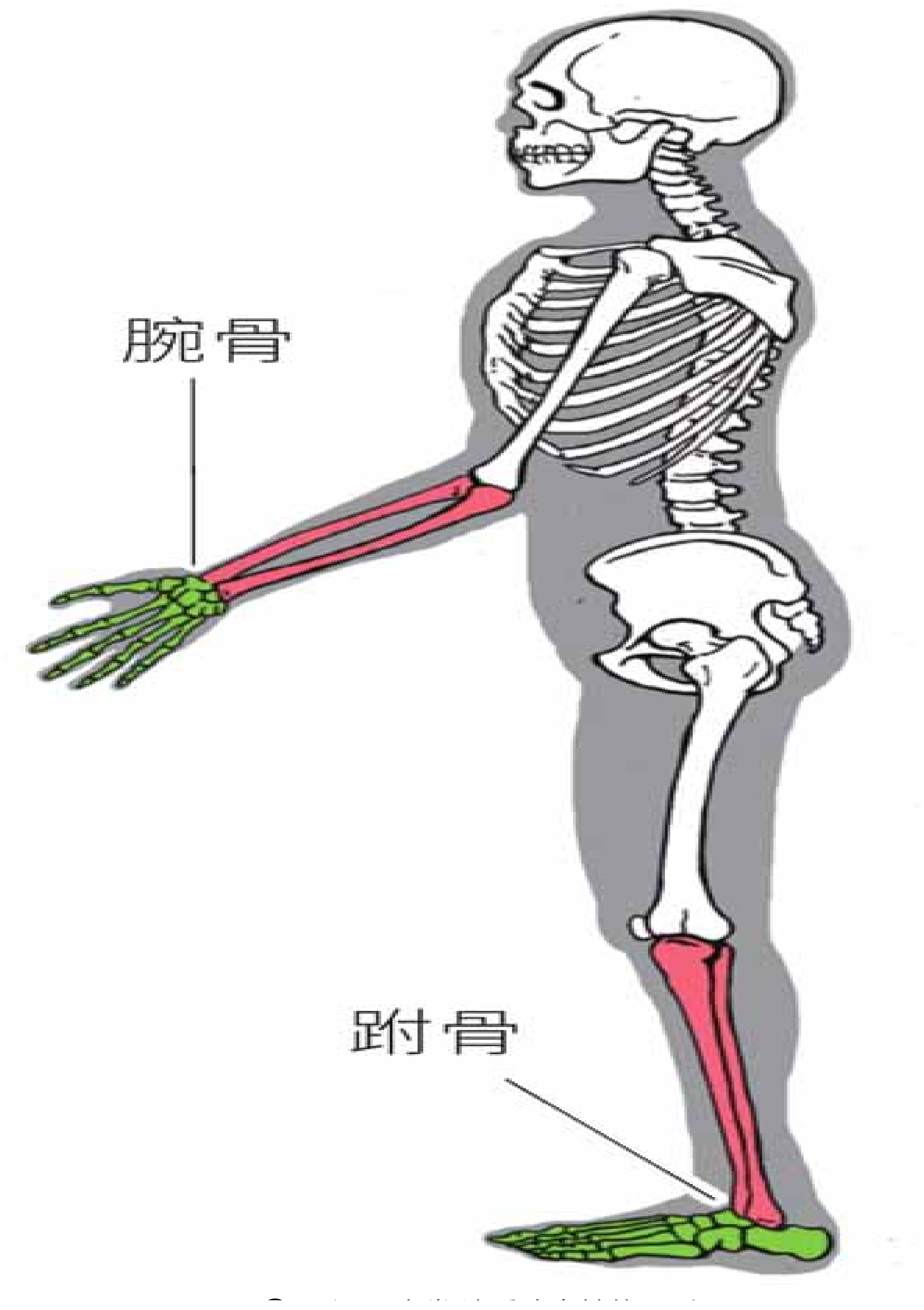
▪ 结构 哺乳类的三种足型

哺乳类动物用于行走、奔跑的足型分为三种：跖行足、趾行足和蹄行足。

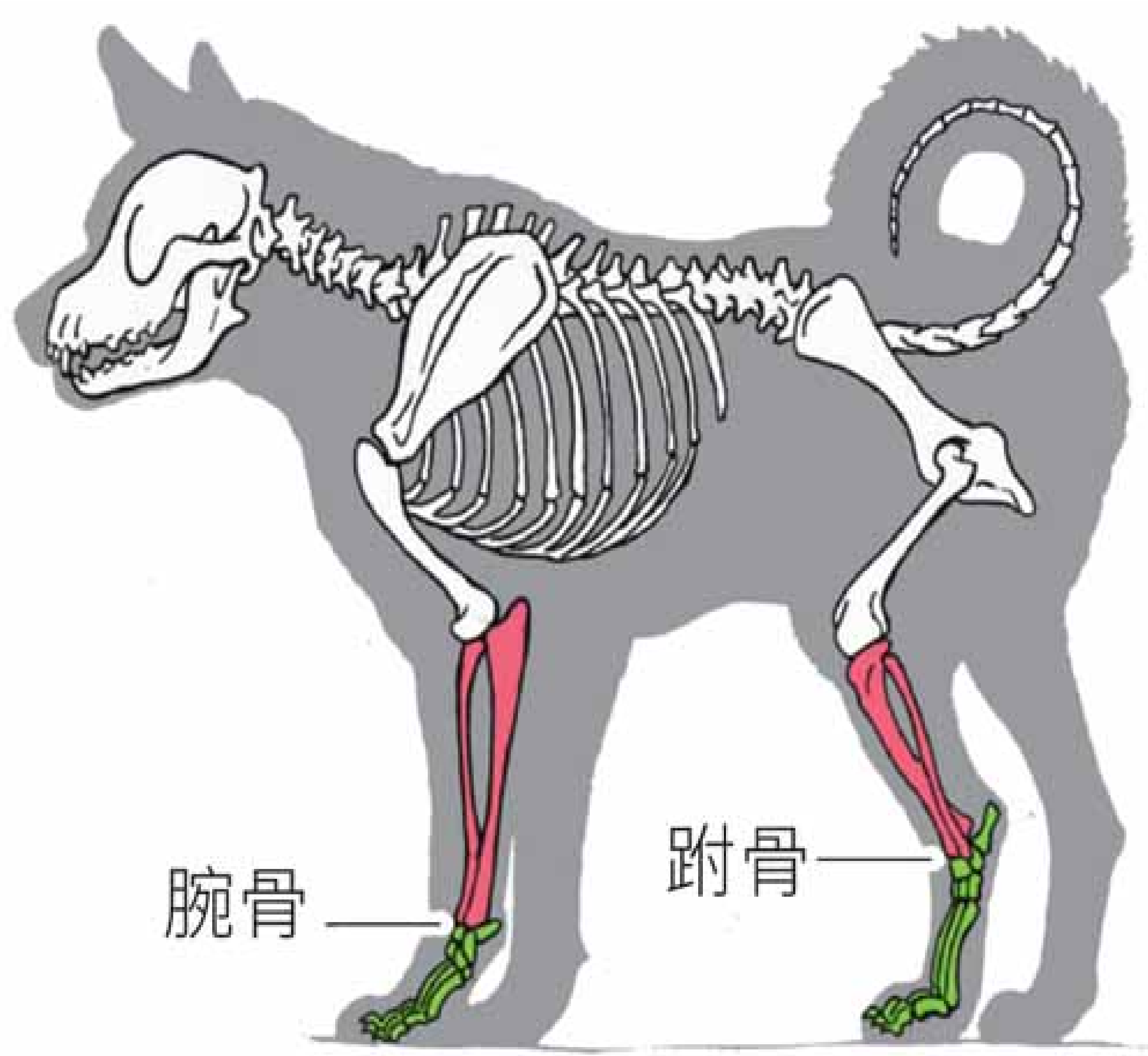
包括我们人类在内的灵长类、熊以及熊猫等动物都是跖行性动物。**图❶**这类动物行走时脚跟着地，并用整个手掌或脚掌走路。由于脚掌或手掌与地面的接触面积较大，所以这种行走方式最具稳定性。许多跖行性动物都可以像人类一样用两只后足站立，比如熊。曾经靠两只后足直直站立萌翻众人的小熊猫，也属于跖行性动物。

从演化的角度出发，跖行足可以说是最原始的足型，比这种足型更善于奔跑的是趾行足。**图❷**趾行性动物抬起脚跟后，只靠脚趾与地面接触，着力点减少导致丧失了一部分稳定性，但腿变长的同时也赢得了速度。此外，由于趾行足十分柔软，趾行性动物通常擅长潜行，能够悄无声息地接近猎物，因此这种足型在肉食性动物中很常见。

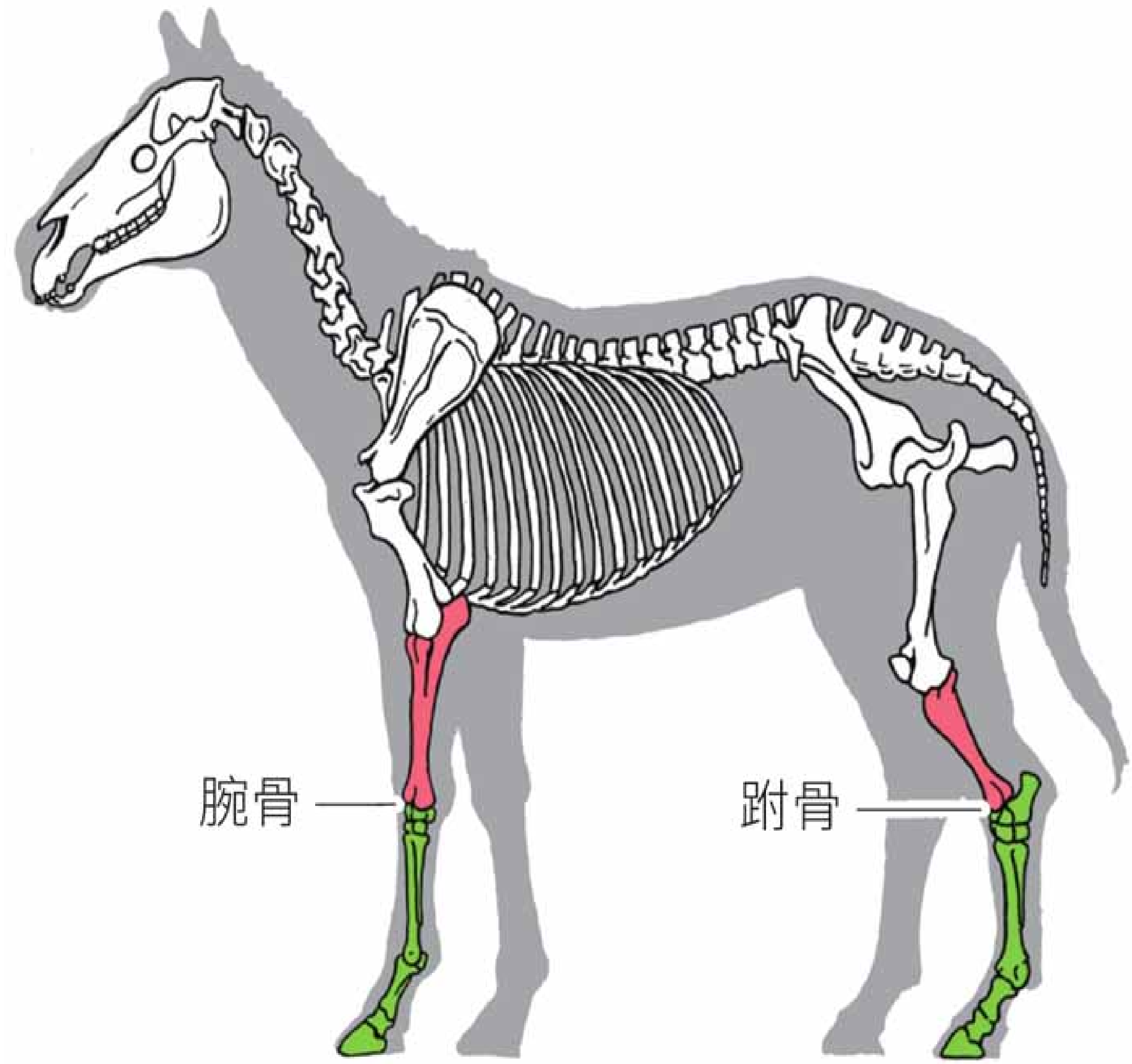
而总是被肉食性动物追逐的草食性动物，它们的蹄行足追求的似乎只有速度。**图❸**蹄行性动物始终保持着芭蕾舞者那样脚尖着地的状态，以这种方式增加了四肢骨骼的长度，为跨出更大的步伐创造条件。


腕骨
跗骨

图❶ 跖行足 人类 注重稳定性的足型



图❷ 趾行足 犬类 兼具速度与柔软性的足型



图❸ 蹄行足 马类 注重速度的足型


33 000 年前
犬类的祖先是被驯养的狼
狩猎采集时代
犬类是人类狩猎时的好帮手，
与人类共同生活

▪ 历史 犬类是人类最古老的朋友

为满足人类生活需求而被饲养的动物叫作家畜。例如，猪和牛的肉可以食用，马和骆驼可以搬运东西或作为交通工具使用，羊可以贡献皮毛，等等。不同家畜可以满足人类的不同需求。除此之外，像猫、兔子等能够舒缓情绪、疗愈心灵的宠物也是人类的好朋友。

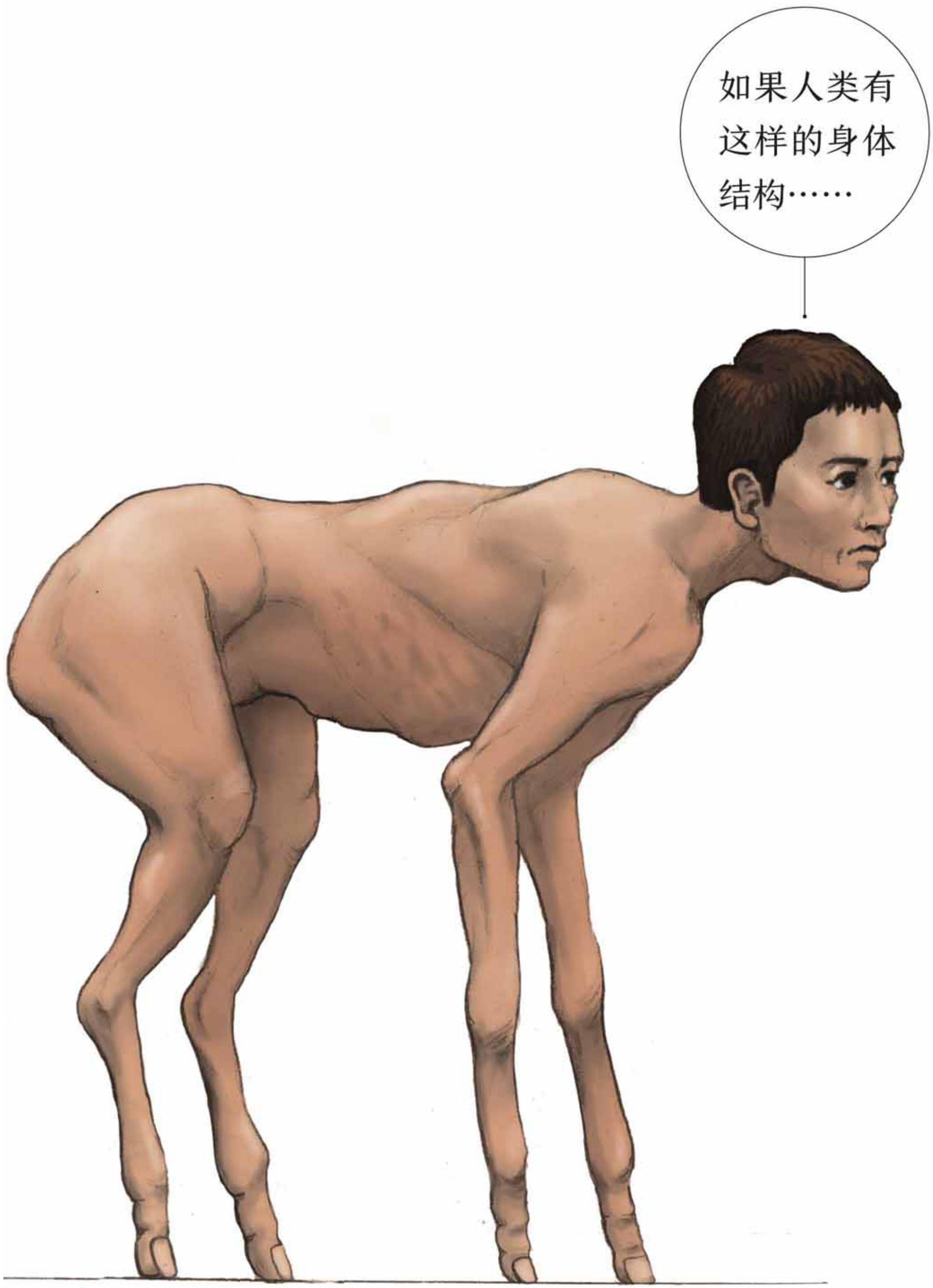
据说早在33000年前，犬类就已经被人类驯化——远远早于其他家畜，成为家畜史上元老级的存在。也就是说，似乎在进入农耕畜牧时代之前，犬类就已经和人类共同生活了很长一段时间，是当时人类捕猎野生动物的好帮手。



犬类的趾行足擅长快速奔跑，而人类的跖行足可以稳稳地站立于地面。在人类祖先的前肢从支撑身体行走中解放出来，变成手臂后，他们逐渐学会了投掷并擅长于此。于是，犬类追逐猎物，人类朝猎物投掷长矛，或许他们当时就是以这种互补的方式来合作的。从狩猎采集时代进入农耕畜牧时代后，人类不再需要以打猎为生，因而犬类的角色也从狩猎帮手慢慢转变为牧羊犬、导盲犬，甚至作为宠物与人类生活在一起。

马

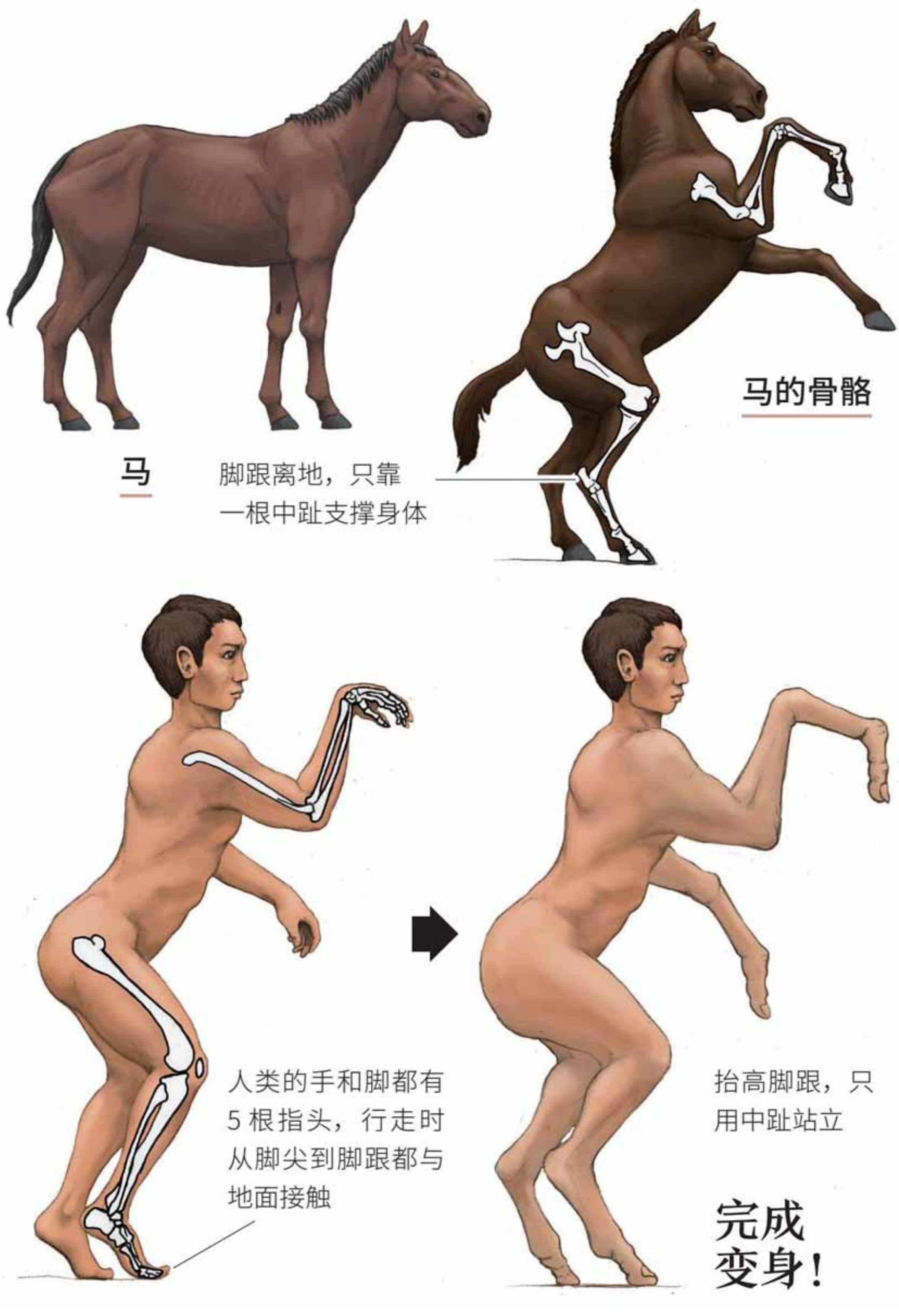
Horse


如果人类有
这样的身体
结构……

马人

马蹄经过数千万年的演化，最终只剩下一根脚趾：第三趾，即中趾。与人类相比的话，马的脚掌、手掌以及四条腿都很长。据说正是由于这一特征，马类才擅长奔跑并生活在辽阔的大草原上。

马人变身法


马
马的骨骼
脚跟离地，只靠
一根中趾支撑身体
人类的手和脚都有
5 根指头，行走时
从脚尖到脚跟都与
地面接触
抬高脚跟，只
用中趾站立
完成
变身！

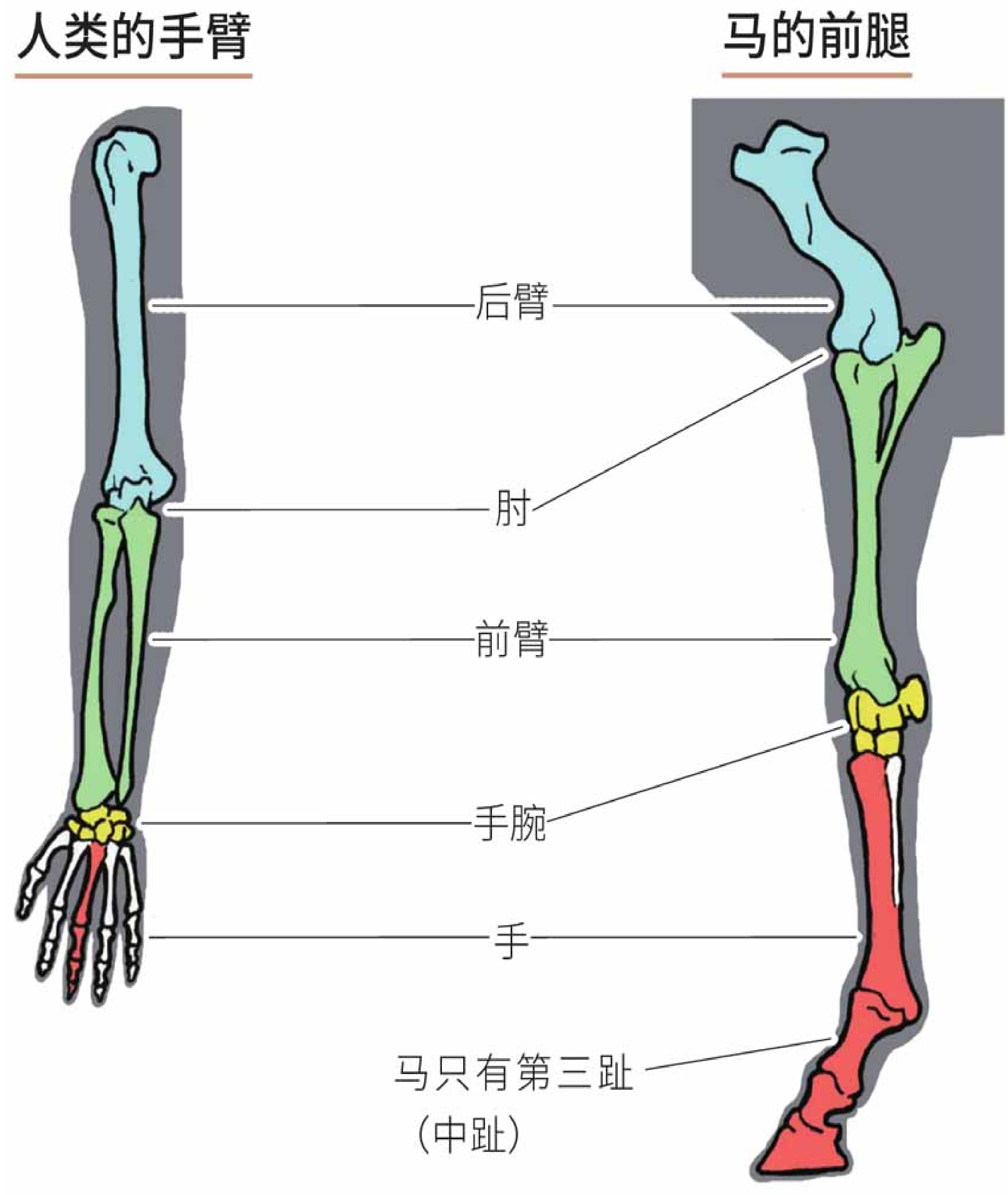
▪ 结构 奔跑是唯一的追求

人类的手臂有很多功能，包括抓握、投掷或将食物送到口中。而马作为蹄行性动物，四条腿的存在只是为了追求更快的速度。功能上的差异使得马腿与人类的四肢在形态上存在许多差异。

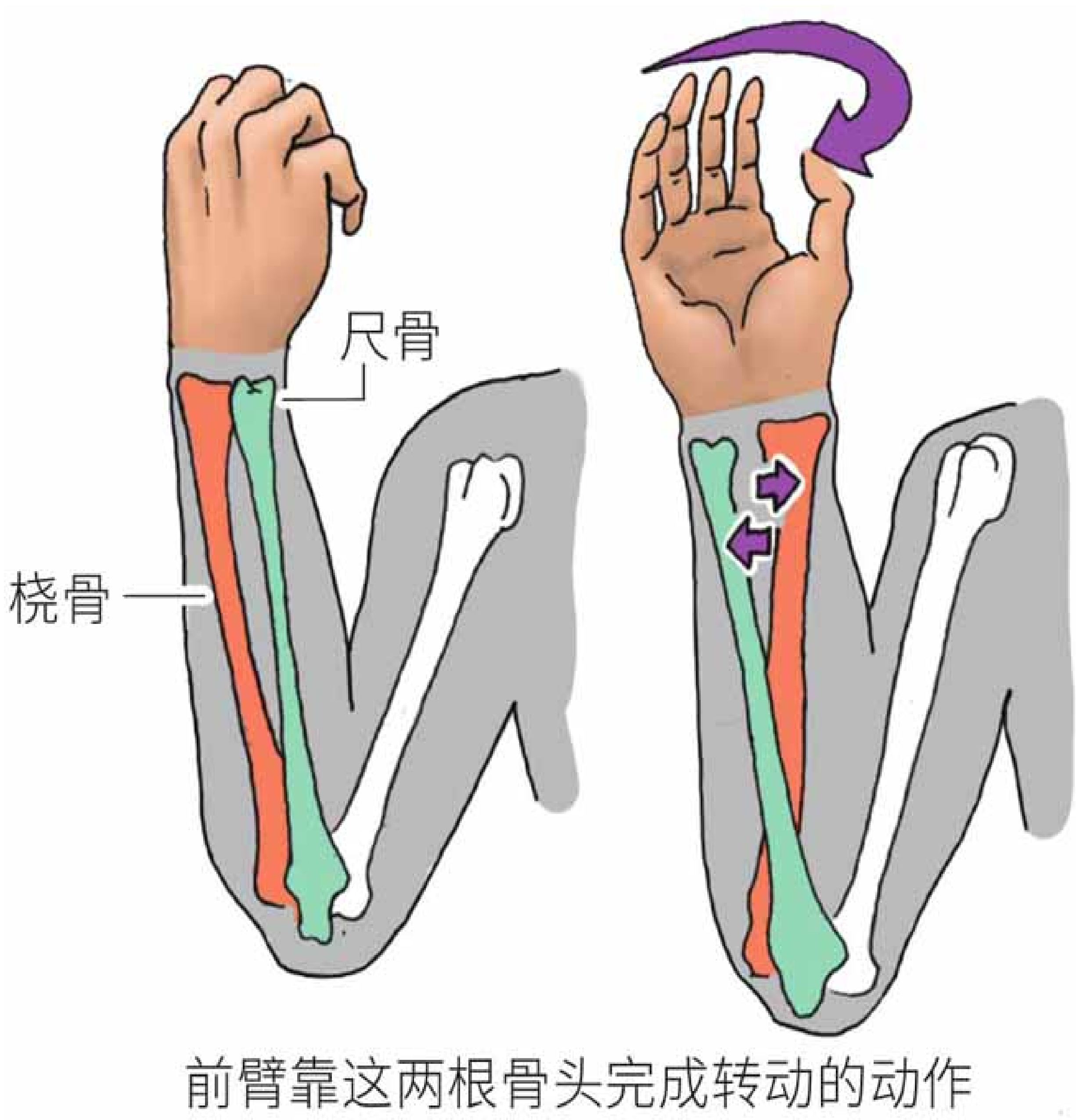
人类有五指，而马只有唯一的第三趾——为了减轻体重，其他四根足趾都退化了。此外，比起腕骨与跗骨，马类的趾骨要长得多，这使得马的四条腿整体上变得很长，能跨出更大的步伐。**图❶**

人类的前臂（从肘部到腕部）有桡骨和尺骨两根长骨，桡骨能够围绕尺骨旋转，当桡骨与尺骨平行交叉时，手臂就能完成更复杂的动作。**图❷**

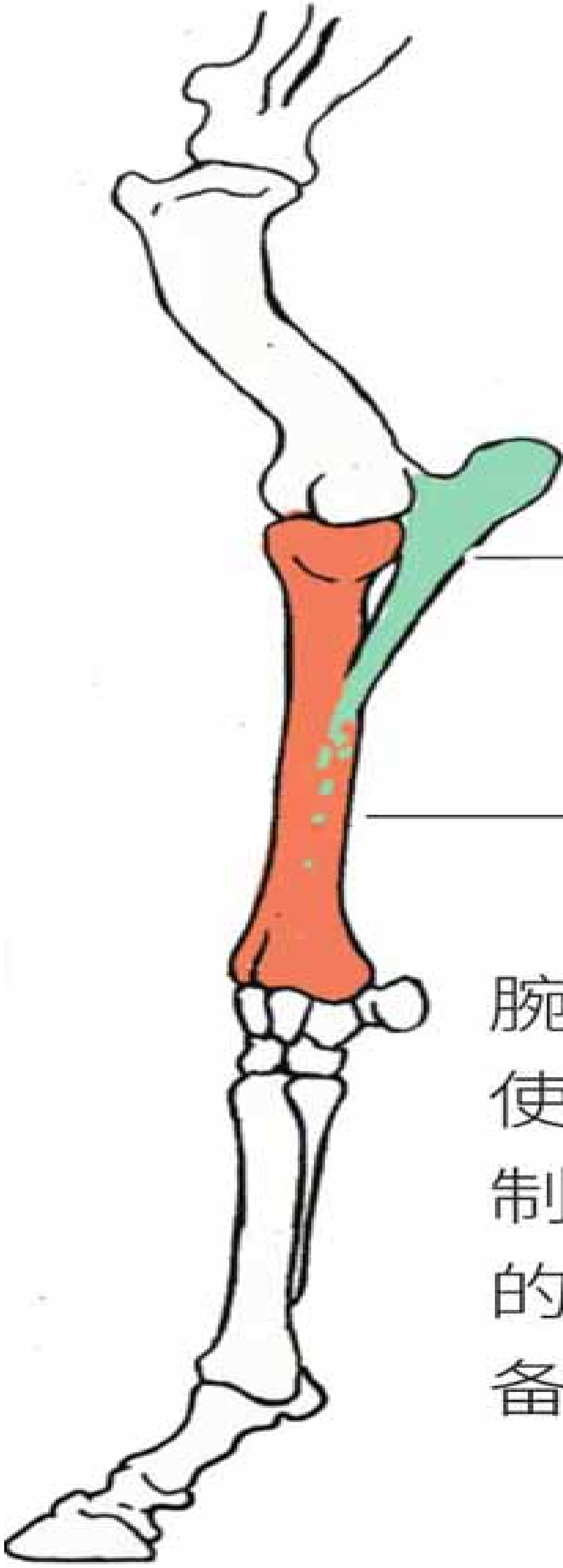
马的前腿相当于人的手臂，但它们的桡骨与尺骨几乎合二为一，成了一根大骨，因此无法完成转动的动作。**图❸**与人类的手臂相比，马腿活动起来会受到更多限制。不过，对只需要用力踩踏地面奔跑的马来说，过多复杂的动作并无意义。倘若马的四肢骨骼也具有人类桡骨、尺骨那样交叉的能力，反而会让它们有扭伤的危险。也许正因如此，马的骨骼结构才会演化成现在这个样子。



图❶

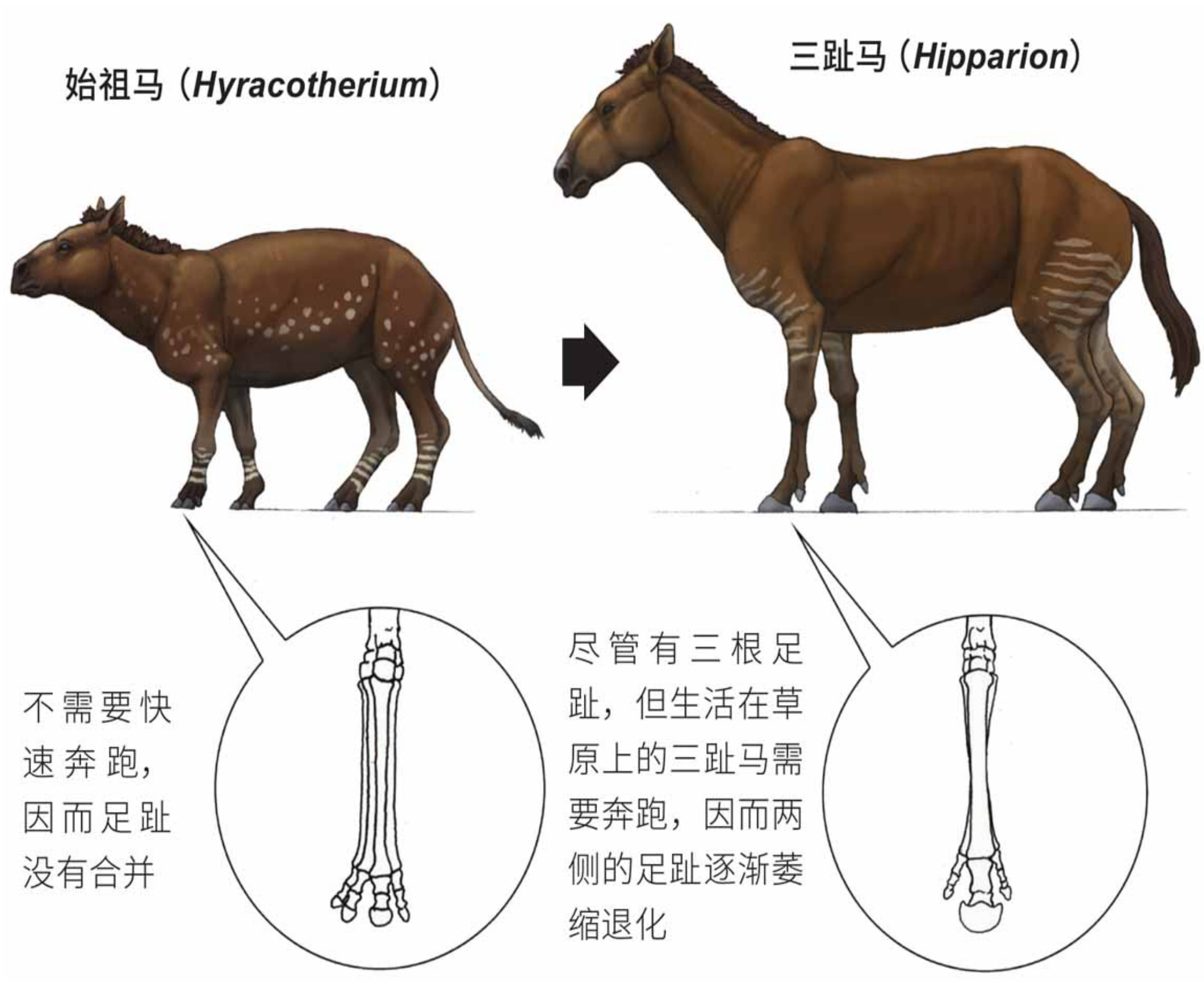


图❷



腕骨无法转动使活动受到限制，取而代之的是，马腿具备了稳定性

图❸

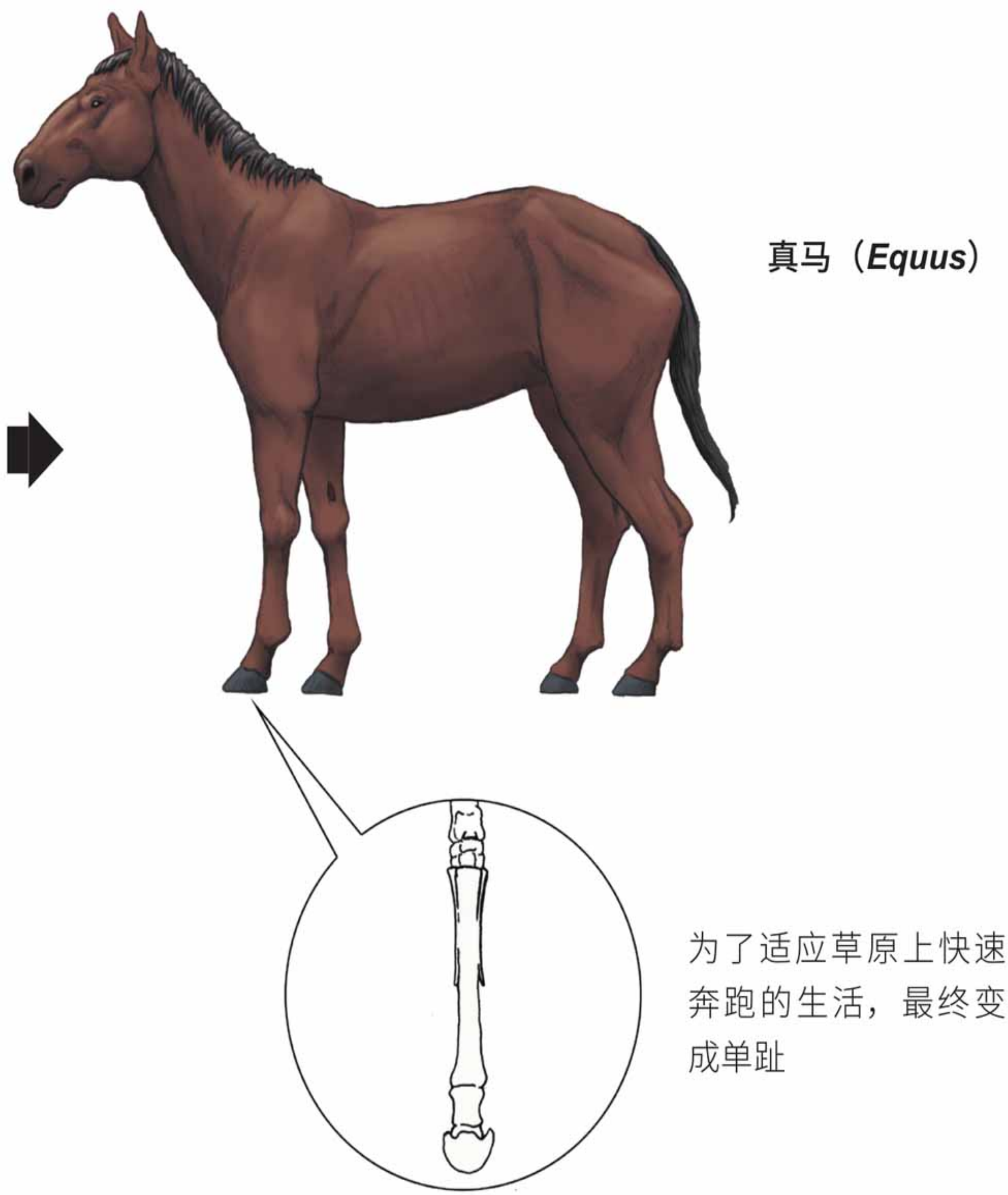


始祖马（*Hyracotherium*）
三趾马（*Hipparion*）
不需要快速奔跑，因而足趾没有合并
尽管有三根足趾，但生活在草原上的三趾马需要奔跑，因而两侧的足趾逐渐萎缩退化

■ 演化 环境变化造就一“趾”独秀

最终，马类以单趾驰骋草原并完成了它们的演化。而在此之前，它们又是以何种姿态存在的呢？

名为始祖马的化石最早发现于北美与欧洲。这种动物生活在大约5000万年前，体形小于现生马，前足四趾，后足三趾；牙齿结构简单，为低冠齿，臼齿比现生马小，主要以柔软的树叶为食。现生马食用的是草原上含有坚硬石英颗粒的草，而臼齿不发达的始祖马根本无法承受这种草带来的牙齿磨损。只能吃柔软树叶的始祖马喜爱多树木的环境，也不需要像现生马那样在草原上快速奔跑。



到了大约2000万年前，气候变化使很多地区的森林变成了草原，于是马类族谱中出现了一群能够适应草原环境的新成员——三趾马。尽管它们保留着三根足趾，但实际上两侧的足趾已经开始萎缩、变

小，根本接触不到地面，三趾马站立时几乎只靠一根中趾。后来，马类两侧的趾骨逐渐退化，最终演变成现在的单趾。

狮子

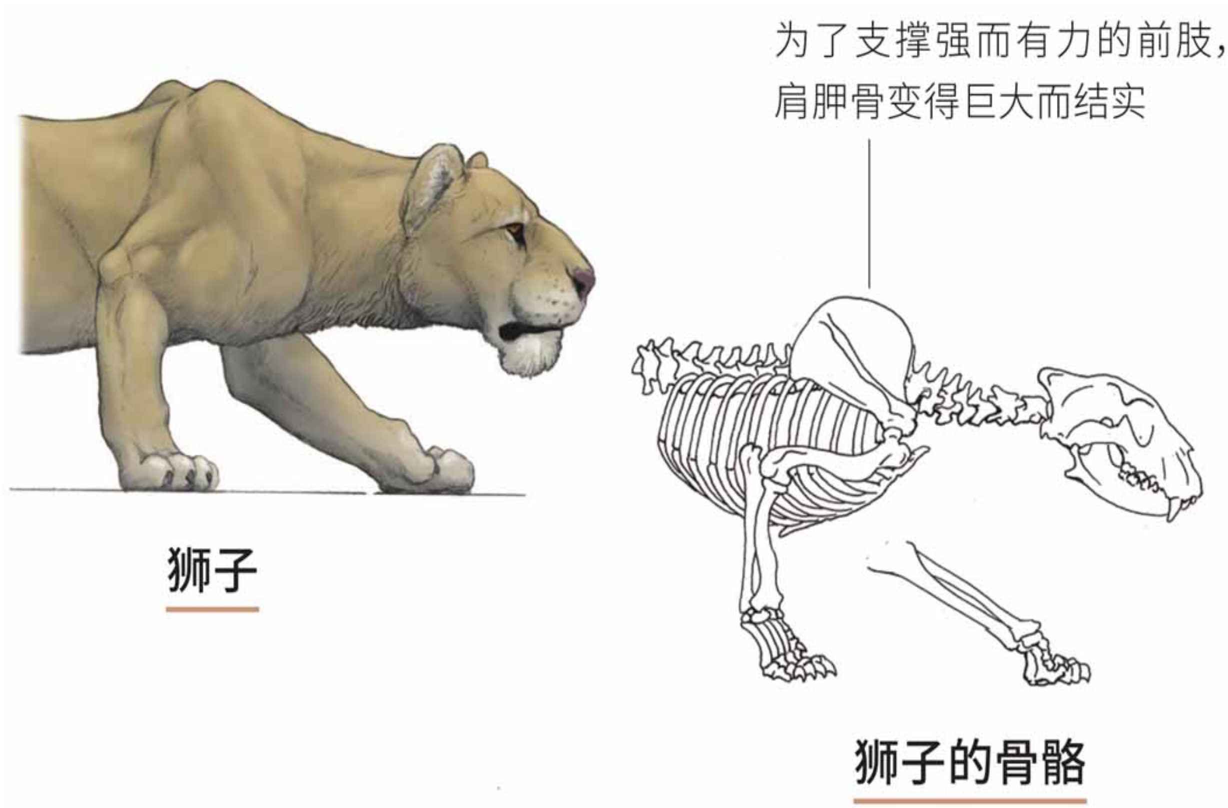
Lion

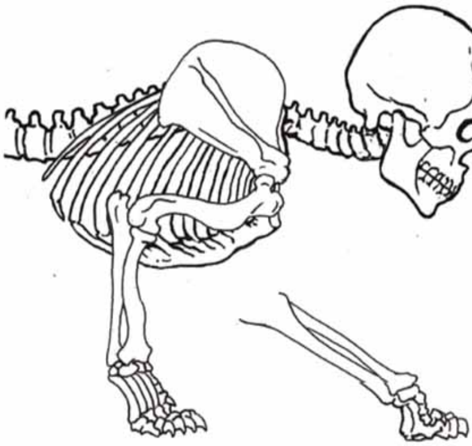
人类的双脚需要负重，所以比双手更有力量。而狮子在抓捕猎物时，会用相当于人类双手的前肢控制住猎物，因此它们的前肢同样力量惊人。这种捕食需求要靠异常发达的肌肉来满足，于是，狮子用于支撑肌肉的肩胛骨也变得巨大而隆起。


如果人类有
这样的身体
结构……

狮人

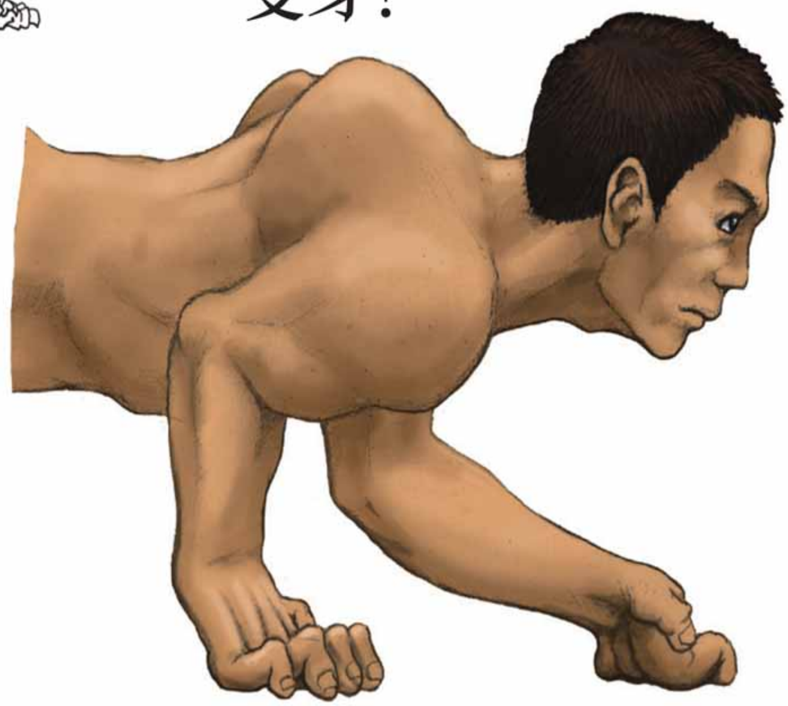
狮人变身法





让肩胛骨变大，只用手指与指根接触地面

完成变身！



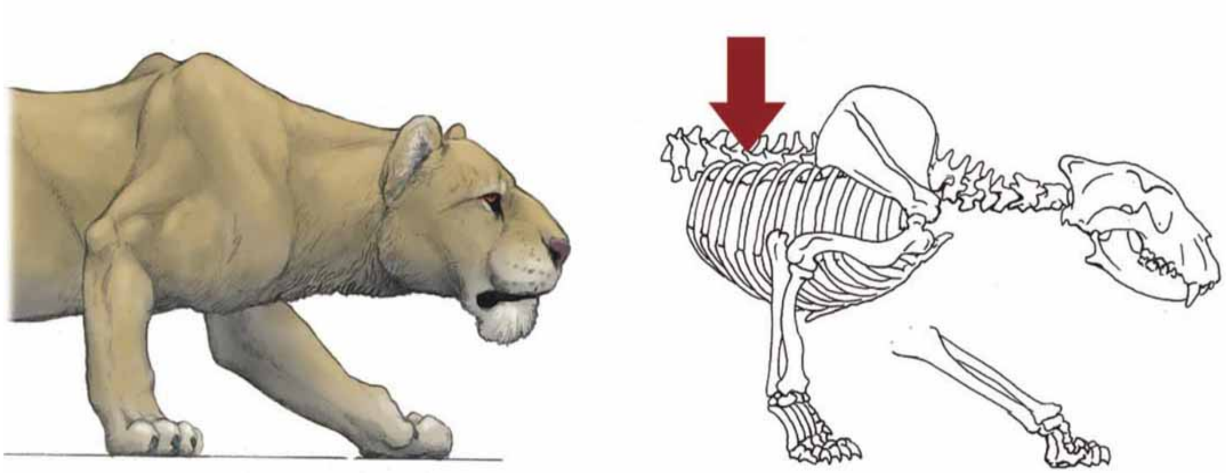
▪ 结构 捕猎专属体格

狮子属于大型猫科动物，善于匍匐潜行，小心翼翼地靠近目标，然后突然发动致命一击。狮子之所以善于潜行伏击，还要仰仗其高高凸起的肩胛骨。这种骨骼结构使用来支撑身体与头部的脊柱深陷于两个前肢之间，因此狮子能够在潜行时始终保持较低的体式。**图❶**

完成伏击后，狮子首先会用强壮的前肢放倒垂死挣扎的猎物，然后攻击头部，击断它们的颈骨或脊柱，让猎物动弹不得。大部分四足动物的后肢是决定其运动能力的主要因素，因此它们的后肢比前肢更为强壮有力。但狮子需要依靠前肢力量来捕杀猎物，因此相比于后肢，其前肢力量也毫不逊色。另外，与其他动物不同的是，狮子的身体重心也在前肢上。

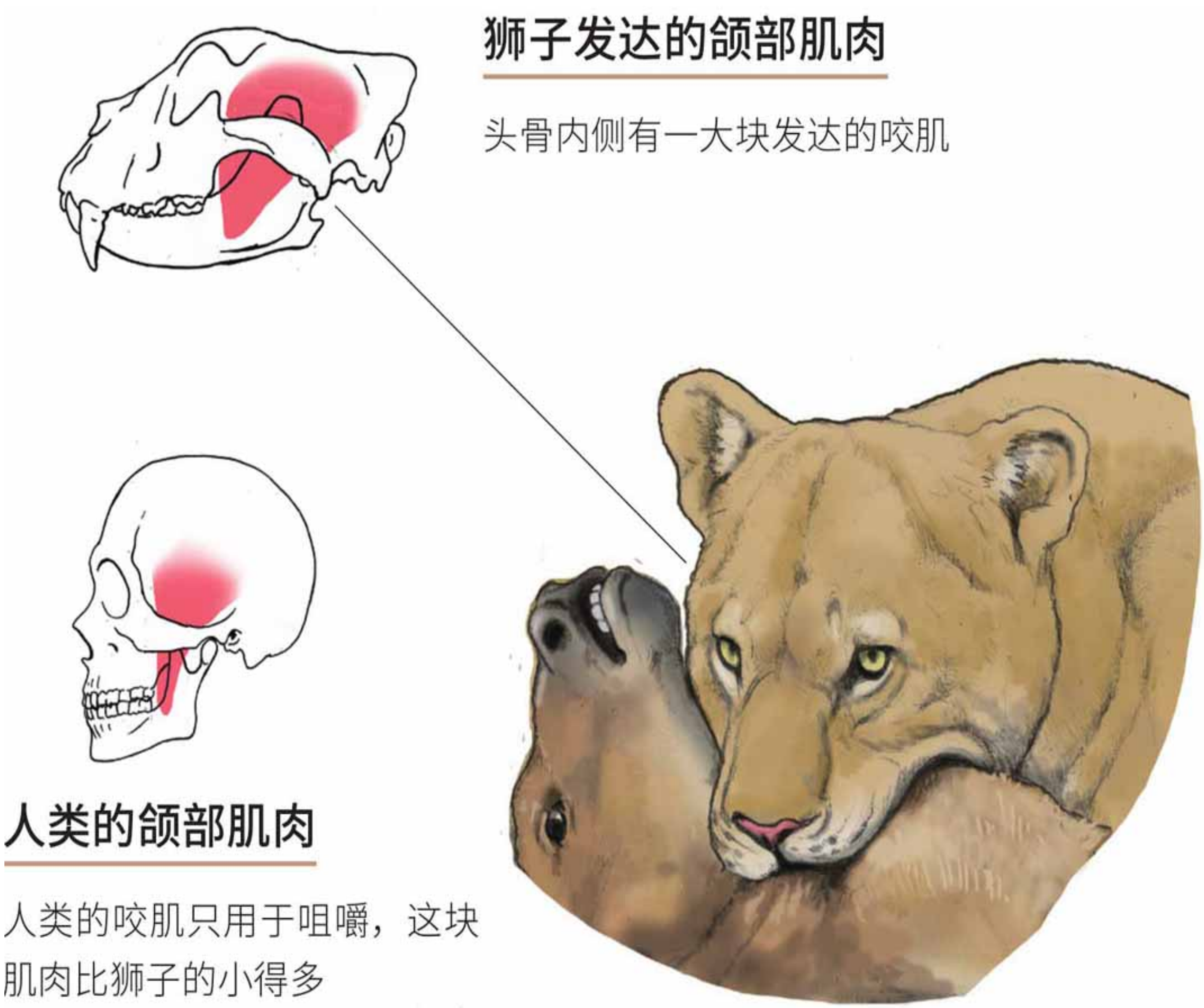
狮子的咬杀方式还包括锁喉——凭借强劲的咬合力以及发达的犬齿快速切断猎物的气管，令其死于窒息。狮子的颌部咬肌非常发达，并牢牢固定在头盖骨后方的矢状脊上，使狮子能发挥出超强的咬合力。**图❷**

正是因为拥有这样得天独厚的身体结构，狮子才能成为优秀的捕猎高手，坐上“森林之王”的宝座。

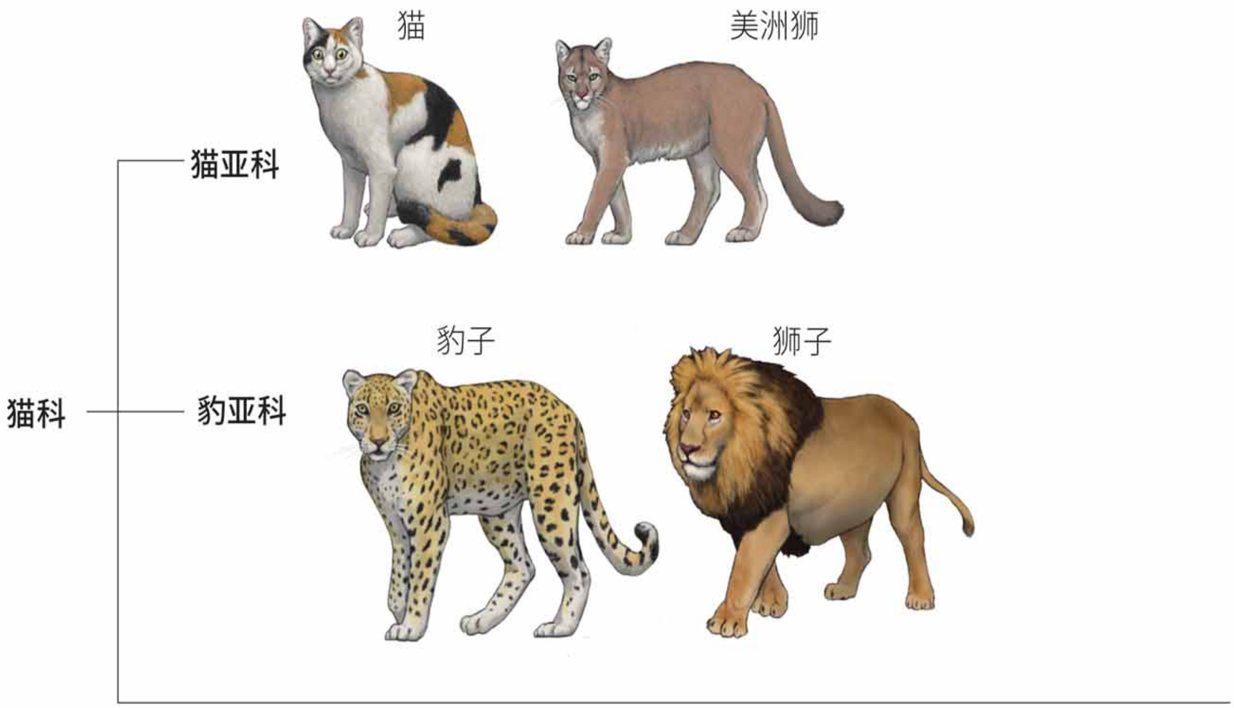


脊椎深陷于前肢之间，而肩胛骨保持位置不变，因此可以长时间保持潜行的姿势

图❶


狮子发达的颌部肌肉
头骨内侧有一大块发达的咬肌
人类的颌部肌肉
人类的咬肌只用于咀嚼，这块
肌肉比狮子的小得多

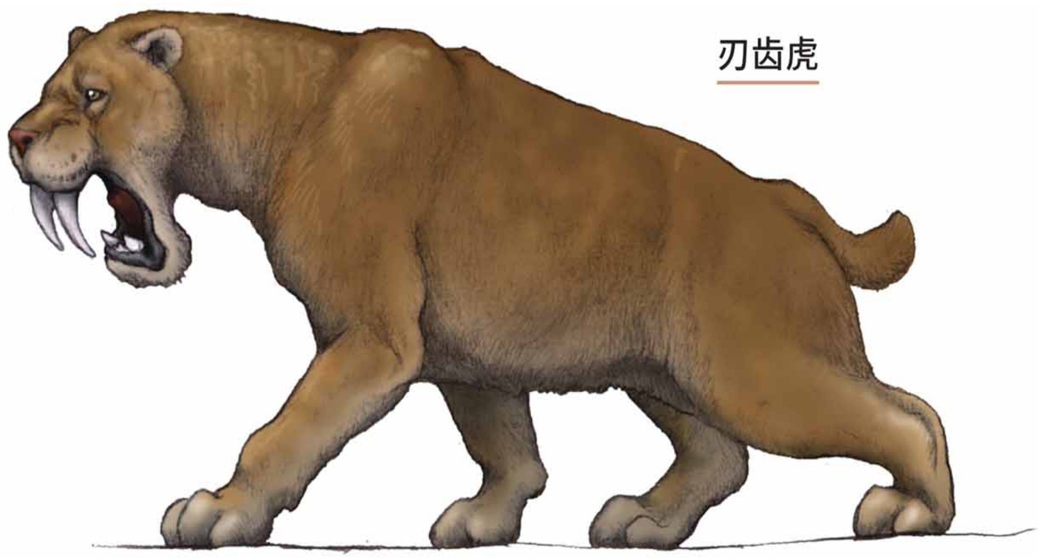
图❷


猫科
猫亚科
猫
美洲狮
豹亚科
豹子
狮子

■ 演化 消失在演化过程中的大型物种

狮子所属的猫科动物大致可分为猫亚科和豹亚科两大类。猫亚科动物种类繁多，从宠物猫、山猫到美洲狮都是这一家族的成员。豹亚科动物体形较大，家族成员包括狮子、老虎、豹子等，与猫亚科动物不同的是，它们会发出咆哮。

很久以前，除了猫亚科和豹亚科，还存在着现已灭绝的剑齿虎亚科（Machairodontinae）——通常被称为剑齿虎的一类肉食性动物，其中刃齿虎（*Smilodon*）是剑齿虎家族中最耀眼的明星。它们的上颌处长有超级夸张的“匕首牙”，长度甚至可以达到20厘米。据说为了有效配合巨型剑齿，刃齿虎上下颌的开合角度可以达到90度。人们认为如此巨大的剑齿并不适合咬碎坚硬的骨头，而是用来刺入猎物的咽喉，使其大量失血而死。



剑齿虎亚科
（剑齿虎）

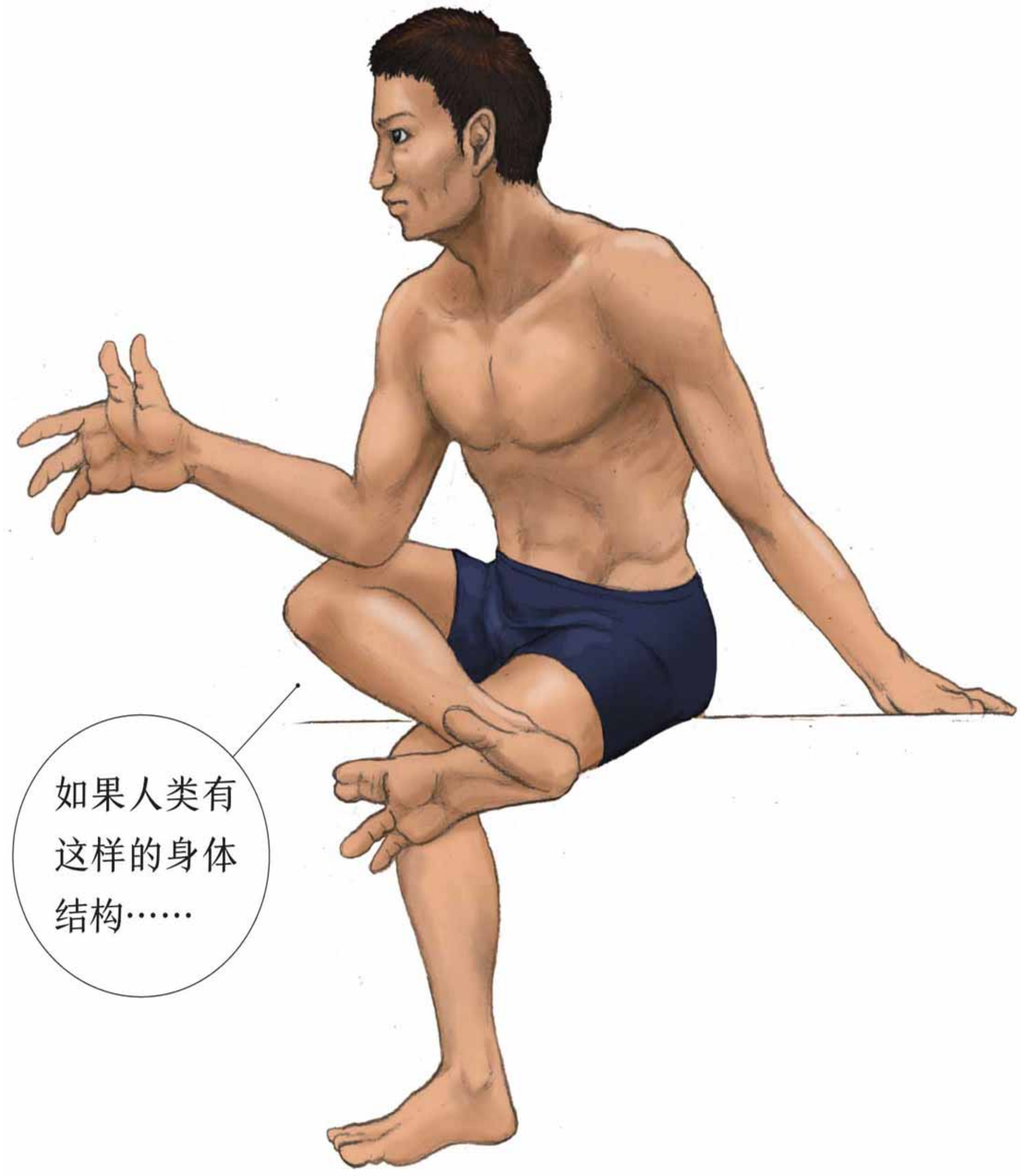
另外，刃齿虎前肢粗壮，毫不逊色于狮子，因而擅长肉搏。然而，它们天生有着一副不擅奔跑的体形——膝盖以下的部分特别短，奔跑时用来保持平衡的尾巴也不长。于是在选择猎物时，比起体形较

小、奔跑迅速的动物，刃齿虎更倾向于凭借巨齿和战斗力，向猛犸这类动作迟缓的大型哺乳动物发起挑战。

树袋熊

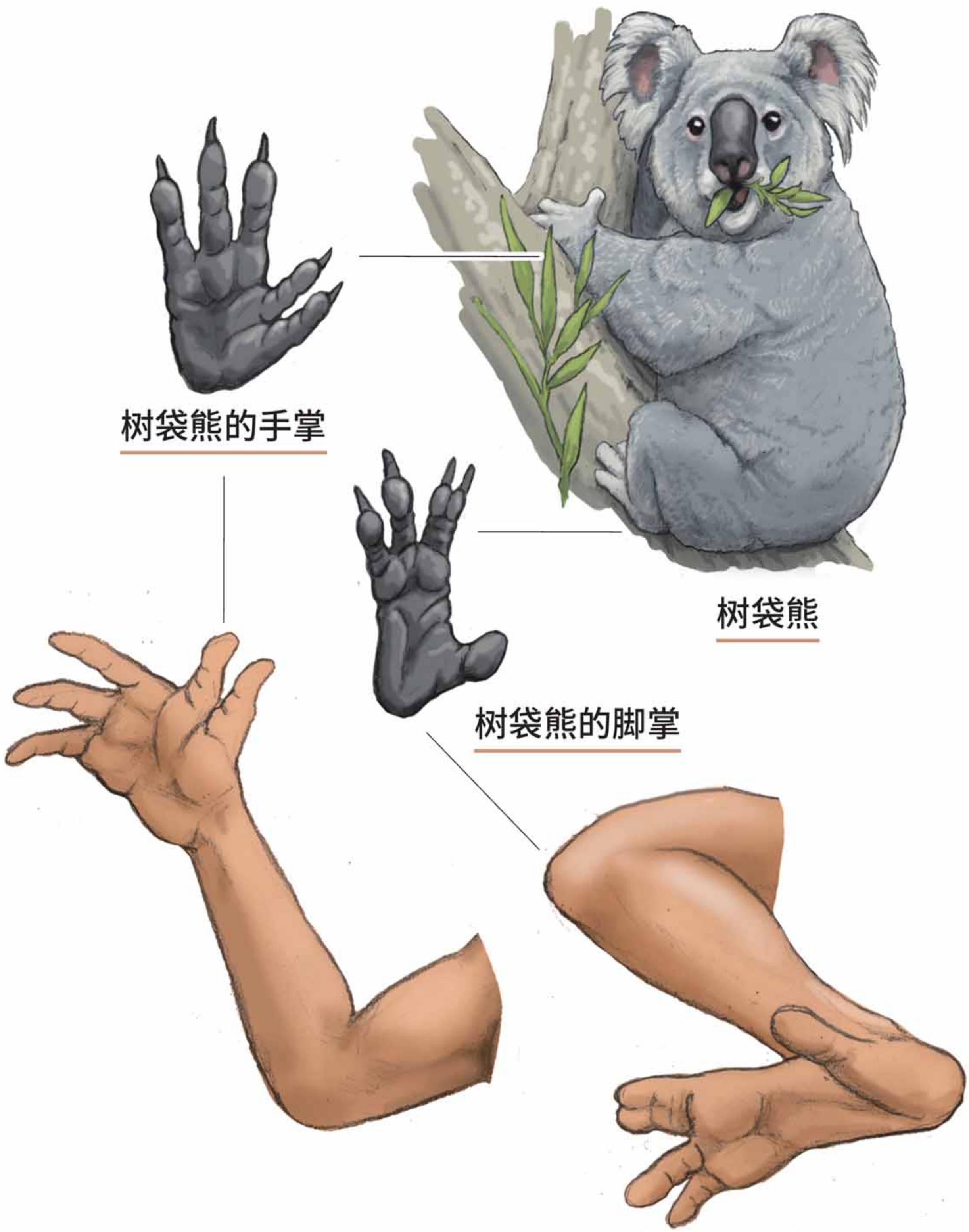
Koala

大家都知道树袋熊爱吃桉树叶。它们前足（手掌）的拇趾和食趾与其余三趾分开，而后足（脚掌）只有拇趾与其余四趾分开。据说正是因为树袋熊大部分时间都在树上度过，它们的手掌和脚掌才演化成最适合抓握树枝的形状。



树袋熊人

树袋熊人变身法



人类的手掌只有第一指（拇指）与其他四指分开，将第二指（食指）也靠向第一指；脚掌部分模仿人类的手掌，将第一趾与其他四趾分开

完成变身！

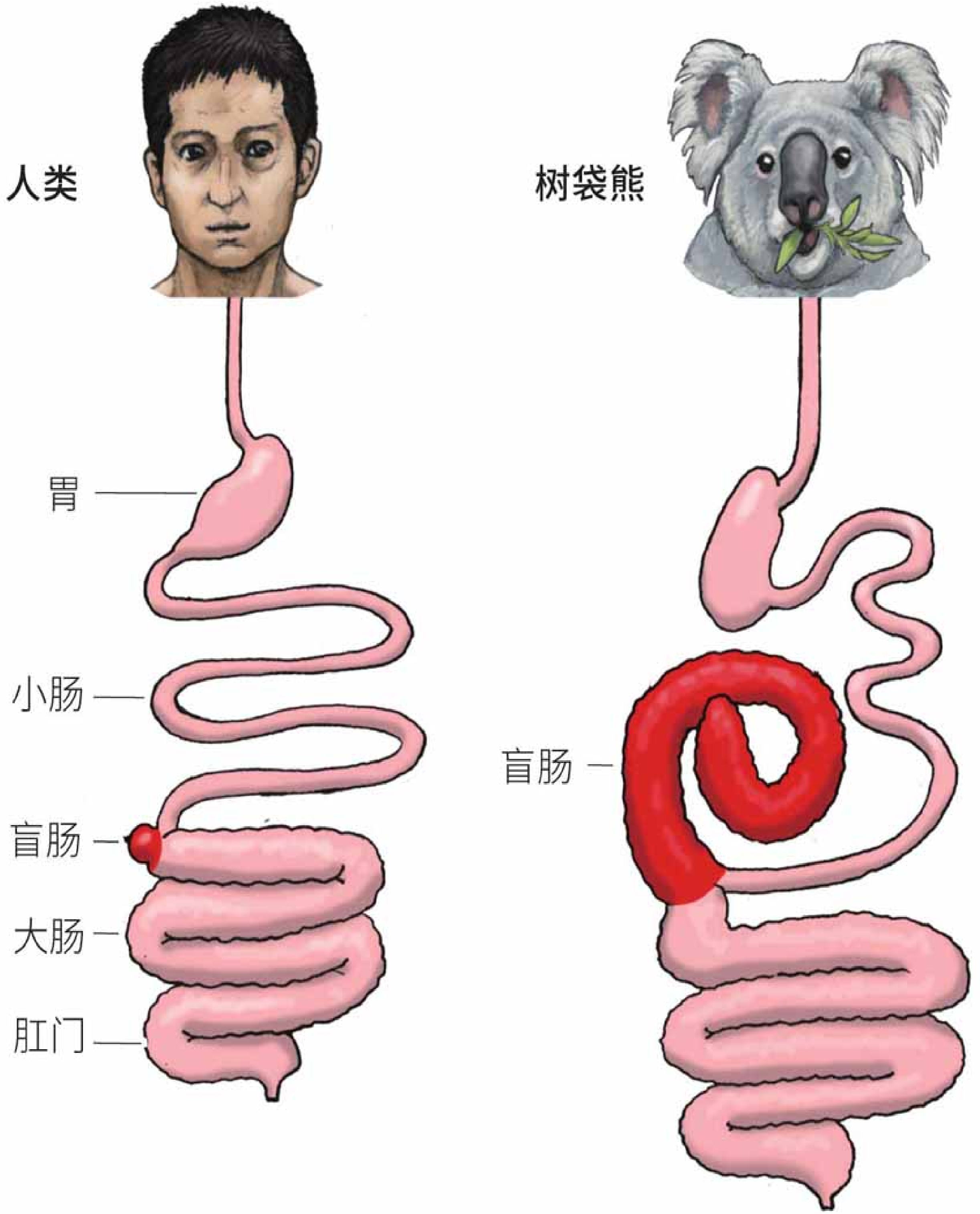
▪ 结构 可以解毒的惊人肠道

树袋熊生活在桉树众多的澳大利亚东南部，几乎大部分时间都在树上度过。它们的手脚逐渐演化成易于抓握树枝的形状，不仅如此，它们的内脏也非常特殊。

树袋熊因其不寻常的饮食习惯而闻名于世，它们几乎只吃桉树叶，甚至连水都不喝，大部分的水分摄取也来自桉树叶。不过桉树叶很难被消化，营养价值又极低，为了避免消耗过多体力，树袋熊一天之中大约有20个小时都在树上睡觉。另外，桉树叶有毒，所幸其他动物无福消受，树袋熊可以安心独享了。那么为什么树袋熊吃了有毒的树叶却照样平安无事呢?

事实上，树袋熊的肠道非常长，单是盲肠就有2米。而我们人类的盲肠仅有6~8厘米长，这样一比就感受到差距了吧。**图❶**树袋熊肠道中的微生物会用很长的时间来分解桉树叶，使它们自身不会受到毒素的影响。

刚出生的小树袋熊体内没有可以分解毒素的微生物，所以大约在出生6个月后，它们就开始吃妈妈的“便便餐”。妈妈的便便里含有可以解毒的微生物，食用后可以帮助小树袋熊消化桉树叶。**图❷**

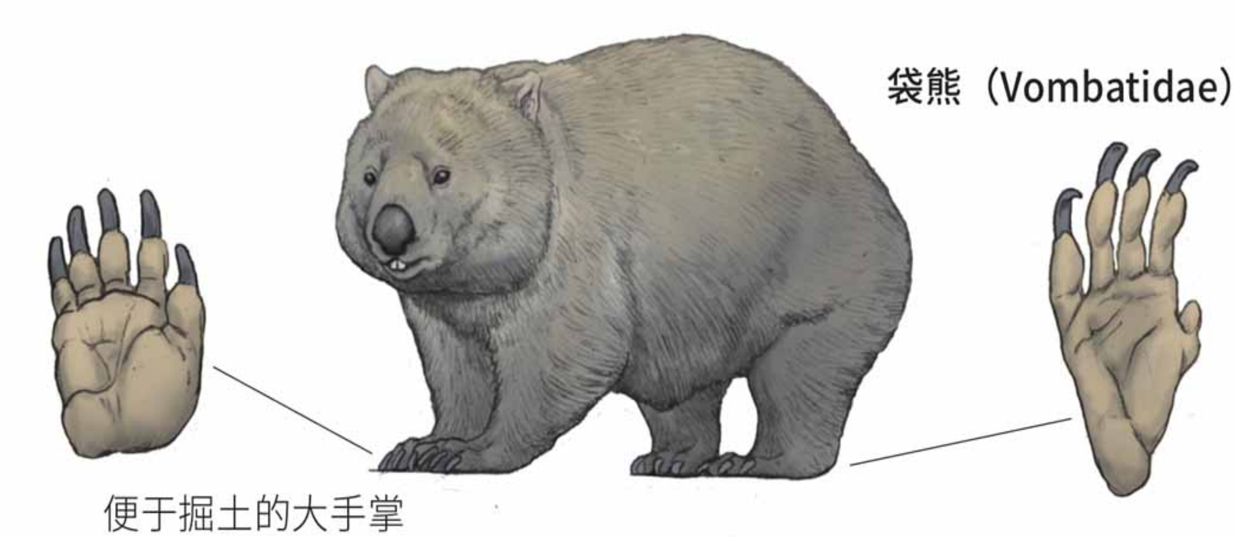


图❶ 人类与树袋熊的肠道比较



图❷ 吃“便便餐”的小树袋熊

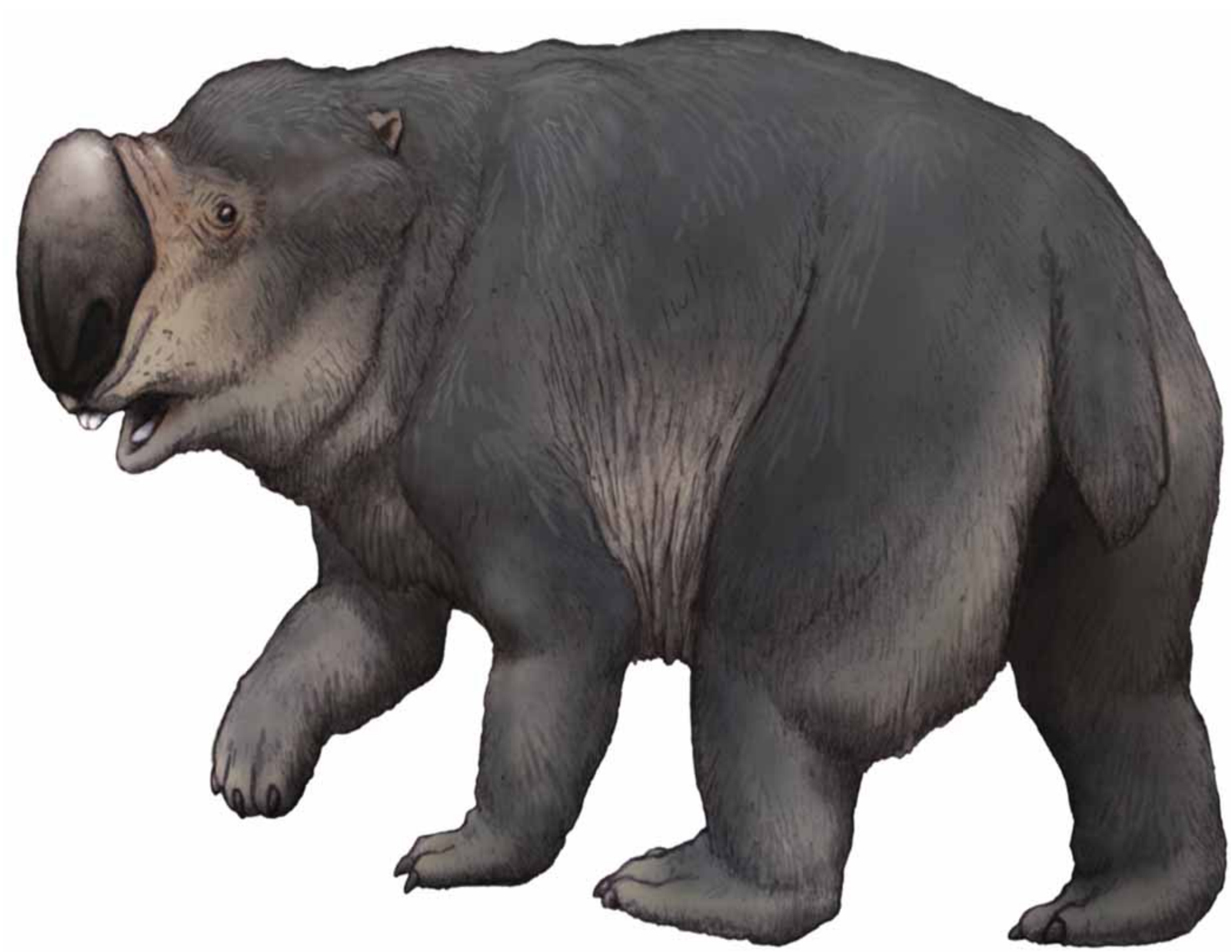

树袋熊
便于抓握树枝的手掌


袋熊（Vombatidae）
便于掘土的大手掌

■ 演化 有袋类动物的巨型祖先

树袋熊属于有袋类哺乳动物，它们可以产下没有发育完全的幼崽，并将早产的幼崽放在育儿袋里抚养。除了以负鼠（Opossum）为代表的一部分动物生活在美洲大陆，绝大部分有袋类动物都分布在澳大利亚。

栖息在澳大利亚的有袋类动物种类繁多，其中与树袋熊亲缘关系最近的就是袋熊。作为同族伙伴，它们有着相似的身体形态，但生活方式却截然不同。树袋熊生活在树上，而袋熊行走于地面，挖洞栖居。树袋熊“3+2”的足趾分配模式更有利于抓住树枝，而袋熊那大铲子般的前爪，更有利于轻松地掘土打洞。



双门齿兽（Diprotodon） 史上最大的有袋类动物

话说在很久以前，树袋熊和袋熊还有一位体形庞大的亲戚——双门齿兽。这位亲戚身长约3米，肩高相当于成年男子的身高，体重可达2吨以上。拥有这种体形的双门齿兽很难像树袋熊那样爬树，也无法像袋熊那样挖出适合自己居住的巨大洞穴。双门齿兽之所以成为庞然大物，也许是因为当时的生存环境中还存在其他巨型肉食性有袋类动物，不演化出这样庞大的身躯就无法与之抗衡。

树懒

Sloth

树懒除了大约每周一次在地面上排尿、排便以外，其他时间几乎都倒挂在树枝上。之所以能够长时间地保持倒挂姿势，是因为树懒的前后肢都有长而弯曲的利爪，它们能像钩子一样牢牢地钩住树枝。不过，当树懒下地的时候，那么长的爪子反倒成了累赘。


如果人类有这样的身体结构……

树懒人

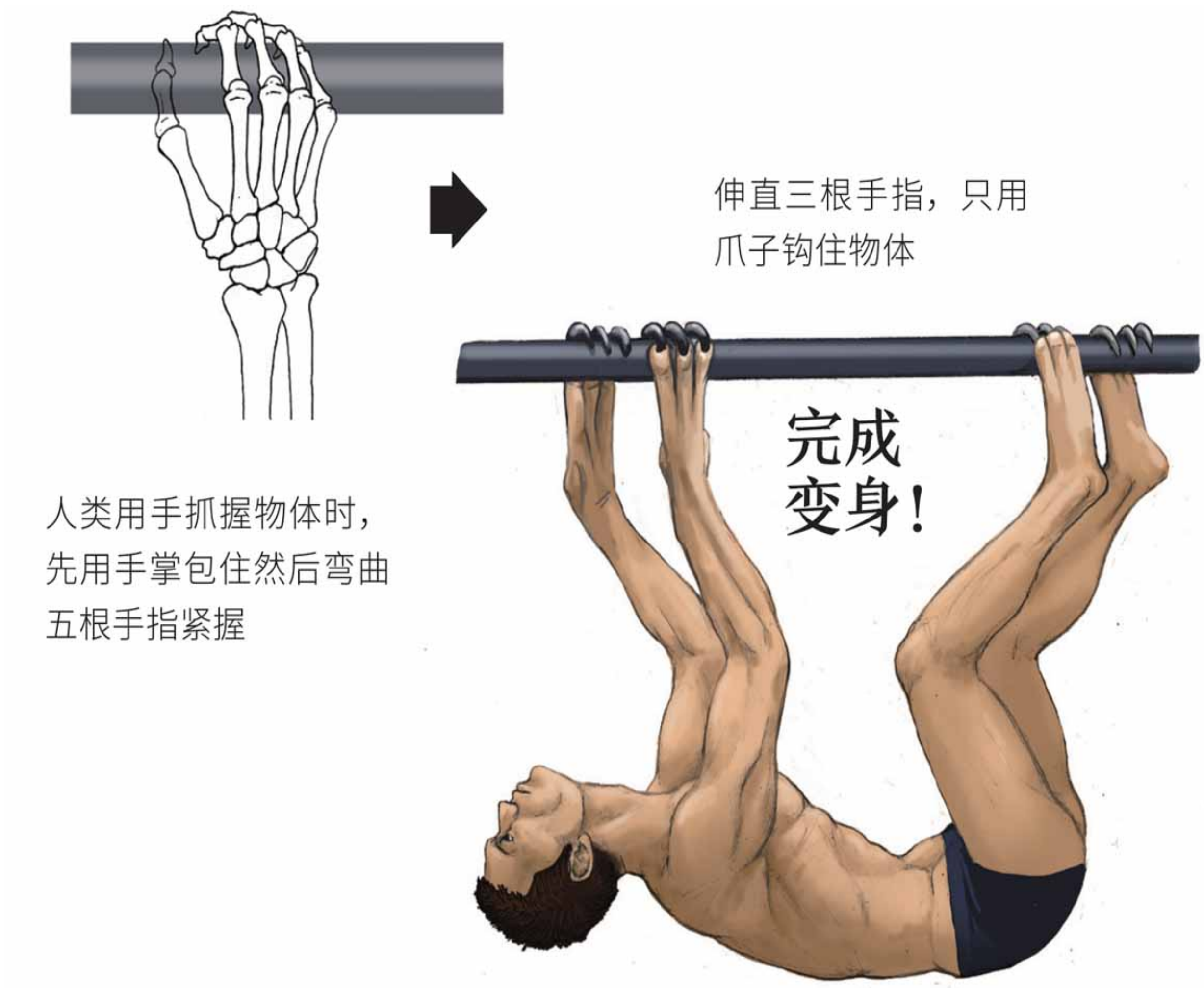
树懒人变身法



树懒



树懒的手掌骨骼


人类用手抓握物体时，先用手掌包住然后弯曲五根手指紧握
伸直三根手指，只用爪子钩住物体
完成变身！

▪ 结构 南美洲特有的爪类动物

树懒的确很懒，由于动作迟缓，才被叫作树懒。它们的一生几乎都在树上度过，凭借钩子般的爪子倒挂在树枝上，这种悬挂方式要比靠手部肌肉抓住树枝轻松得多。**图❶**

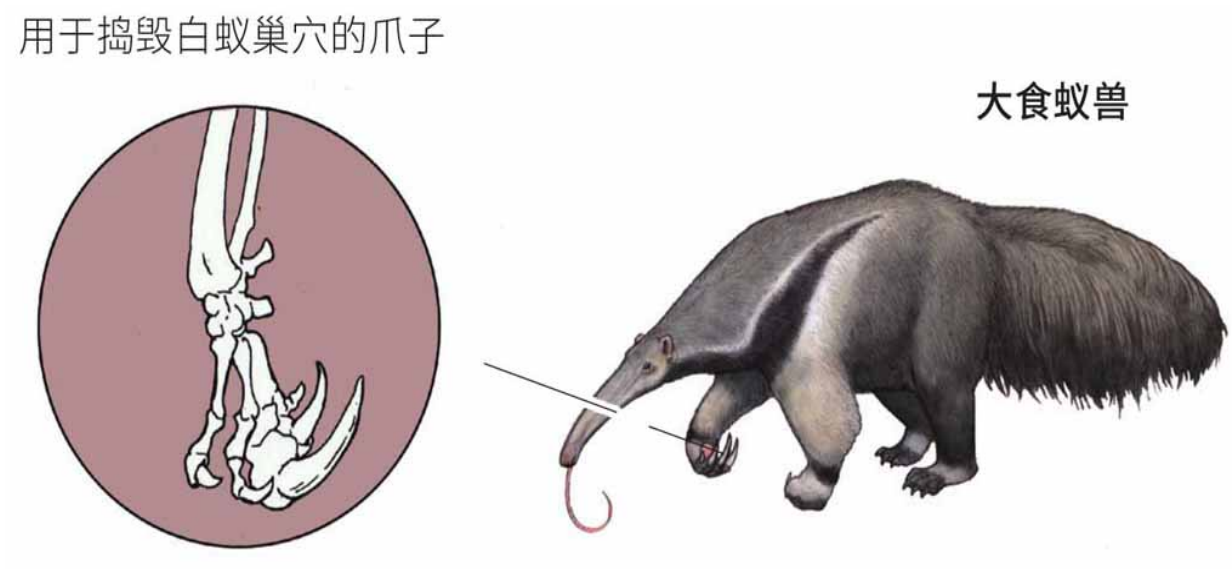
此外，树懒是少数无法维持自身体温的哺乳动物，需要像爬行类动物那样通过阳光照射等方式来调节体温。动物的体温来自食物在体内分解所产生的热量，而不需要维持体温的树懒每天只摄取8克的植物就够了，相当于一片树叶的重量。

树懒是一种南美洲特有的动物，作为树懒的近亲小伙伴，食蚁兽和犰狳也多见于南美洲，它们都很特别。包括树懒在内，这些小伙伴被称为异关节目（又称贫齿目）动物，它们整体的演化过程相对独立，主要发生在南美大陆上。

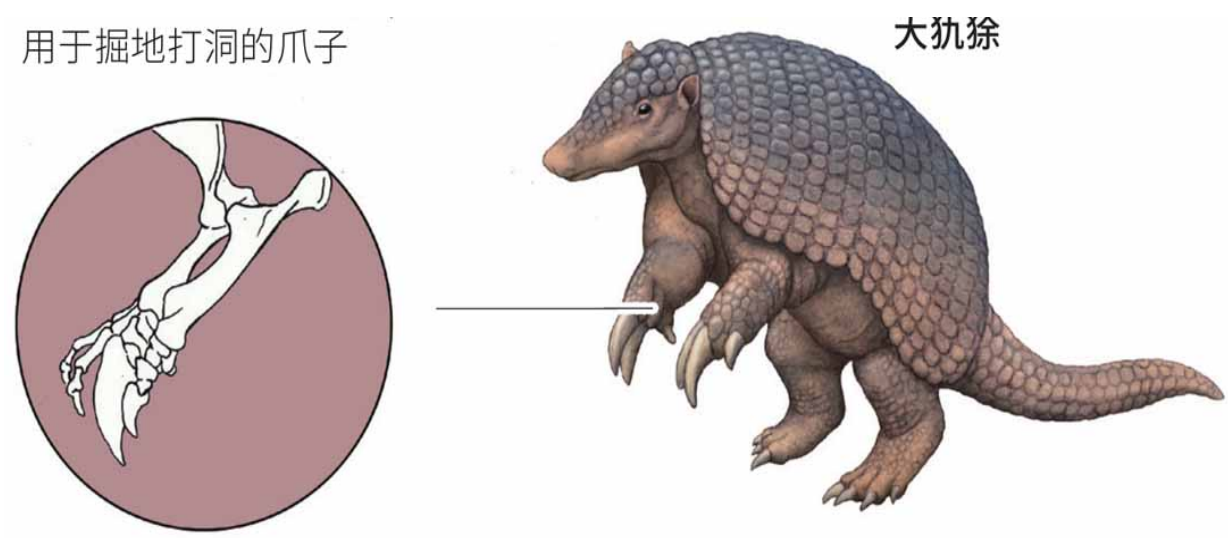
大食蚁兽和大犰狳虽然也有着和树懒一样特殊的爪子，但它们的用途却不同。大食蚁兽的第三趾（中趾）尤其发达，拥有镰刀状的钩爪，可以摧毁白蚁的巢穴，然后饱餐一顿。**图❷**大犰狳是擅长挖掘的动物，它们的爪子适用于掘地打洞。**图❸**



图❶ 三趾树懒



图❷ 大食蚁兽



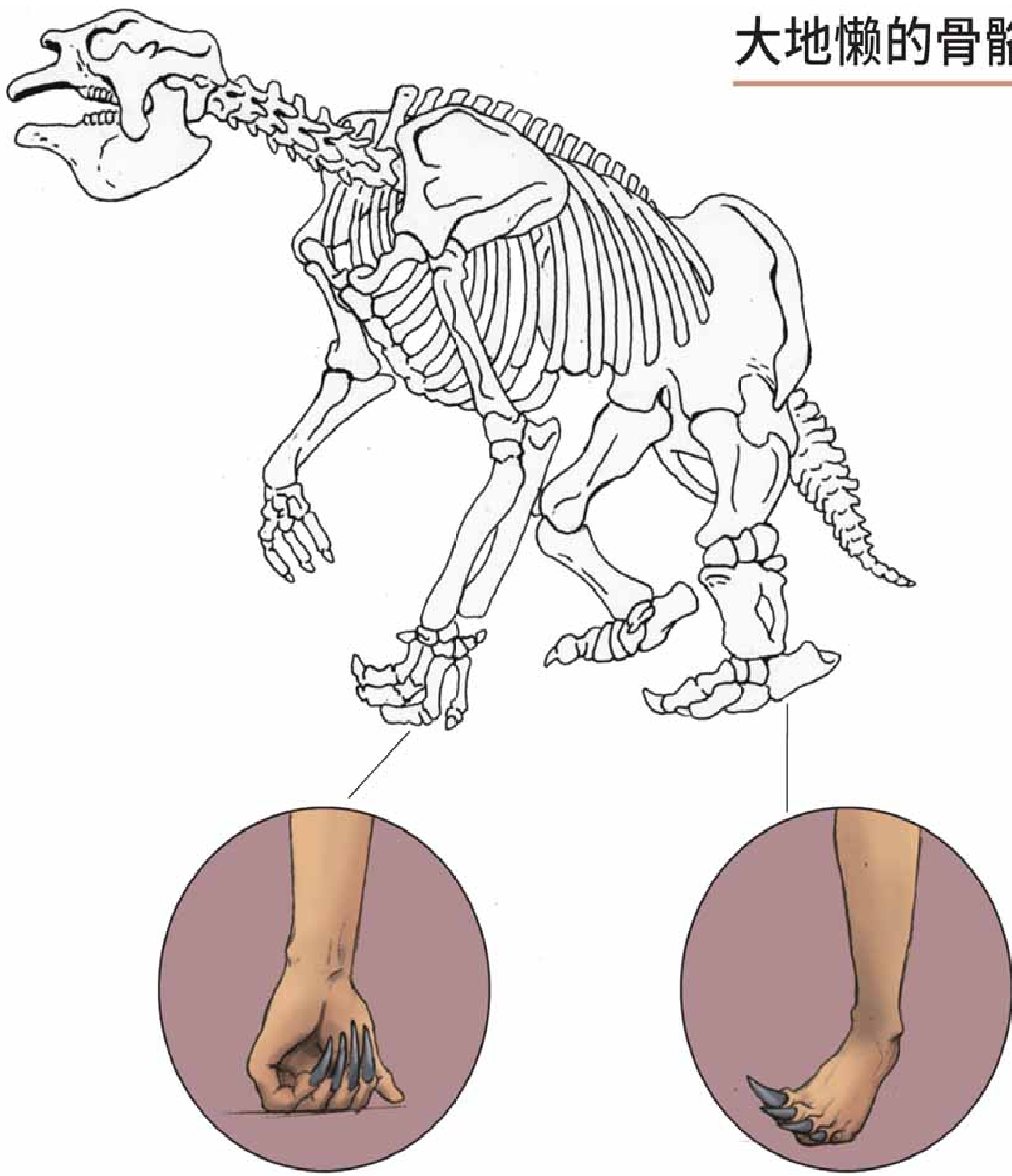
图❸ 大犰狳


已灭绝的陆生地懒
大地懒（*Megatherium*）
现生三趾树懒

■ 演化 巨型大地懒

树懒是一种生活在树上的动物，无论吃饭、睡觉，还是繁衍后代，它们的一生几乎都在树上度过。不过，很久以前，树懒家族中有一类只生活在陆地上的物种，它们就是在大约1万年前灭绝的大地懒。为什么大地懒没有生活在树上？这是因为它们的体形过于庞大，以至于我们很难想象大地懒是树懒的亲戚。据推测，大地懒身高约6米，体重可达5吨，是一个与非洲象级别差不多的庞然大物。恐怕地球上没有那么大的树能让它倒挂在上面。

大地懒的骨骼



用人类的手脚来演示的话，
大概是这种行走方式

用两只脚或四只脚行走的大地懒与现生树懒相比，无论在外形还是生活方式上都存在着很大的差异，不过大地懒的前脚和后脚都长有利爪。据推测，大地懒用两条短而粗壮的后肢站立，用巨型前爪拉下树枝，吃上面的叶子，或者用前爪挖掘植物的块茎来充饥。前脚和后脚都长有利爪使大地懒在用四只脚走路时很不方便，它们只能采用这样的姿势：前脚掌背侧着地，也就是指关节着地；后脚掌外缘着地，脚底略微向内翻，以免行走时利爪陷入地面。

兔子

Rabbit

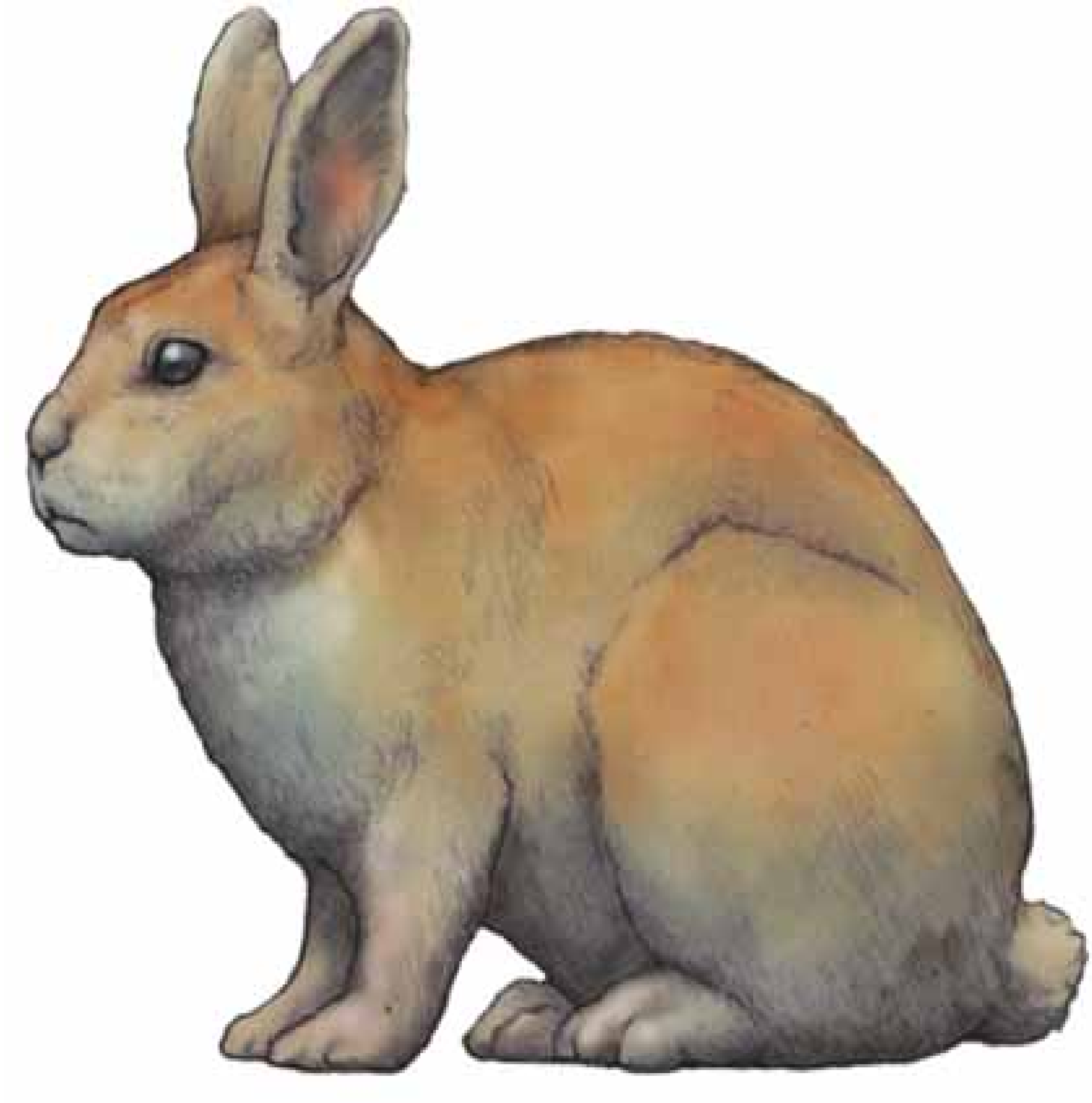
兔子的头上长着一对长耳朵。与其他动物不同的是，兔子的耳朵相对于其身体显得很大。另外，兔子耳朵的活动范围也很大，兔子通过转动耳朵可以听到更远处传来的声音。

兔人变身法



兔人

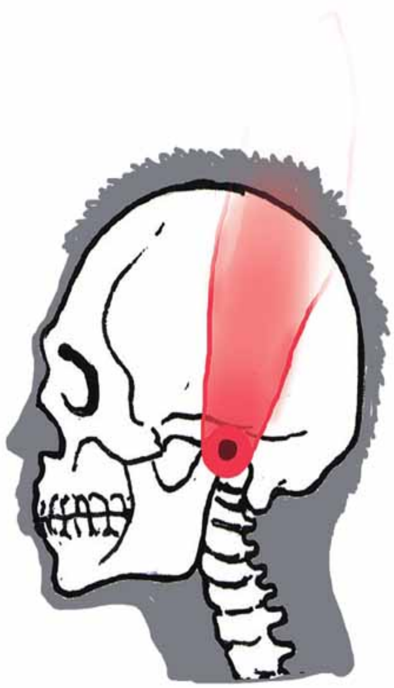
兔人变身法



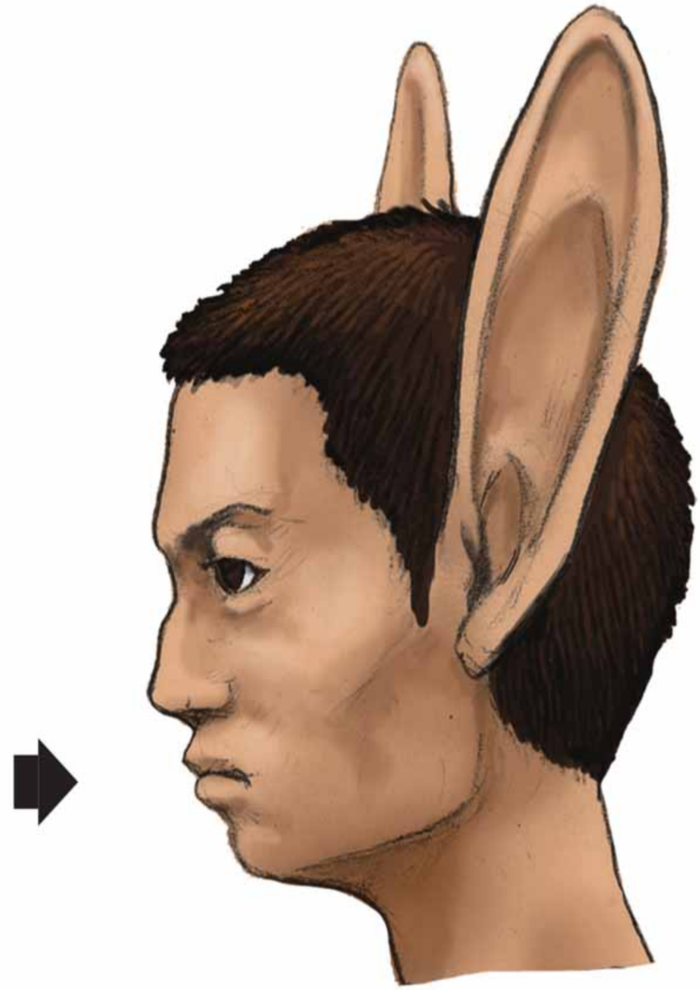
兔子



兔子的骨骼



人类的耳朵长在头部两侧，内耳靠近下颌关节处；整体来看，耳朵位于头部偏下的位置



把外耳朝上方拉长，变大

完成变身！

▪ 功能 努力求生的长耳朵

兔子体形娇小，又没有犄角或“铠甲”等防身武器，自然会成为肉食性动物的最爱。无论是地上的狐狸、黄鼠狼，还是天上的老鹰、猫头鹰等猛禽，都把目光锁定在兔子身上。没有任何防身之术的兔子，唯一能做到的就是尽早发现敌情，撒腿就跑。这时，那对长长的耳朵就发挥作用了。

我们人类在听不清声音的时候，会下意识地做出把手掌靠近耳朵的姿势。因为耳朵是一种声音接收器，耳郭的面积越大，就能接收到越多的声音。这也是兔子转动它们的大耳朵的原因，当天敌靠近时，不能错过任何一丝声音。

此外，兔子又大又长的耳朵还有散热的重要作用。**图❶**人类在高温环境下或剧烈运动后，身体会产生热量，这时人体会通过出汗散热来达到降温的效果。而兔子是一种几乎不出汗的动物，全靠耳朵来散热。兔子的耳朵上分布着丰富的血管脉络，又大又长的耳朵为热交换提供了更大的表面积。当风吹到血管表面时，流过体内的血液会被冷却，这使得兔子的身体不会变得太热。除了兔子，非洲象、耳郭狐等生活在炎热地带的动物也靠耳朵来散热，这些动物的耳朵通常较大。相反，生活在寒冷地区的动物，耳朵普遍较小。**图❷**

耳朵上布满了丰富的血管，暴露在空气中就能让流经体内的血液冷却，使身体不至于过热



图❶



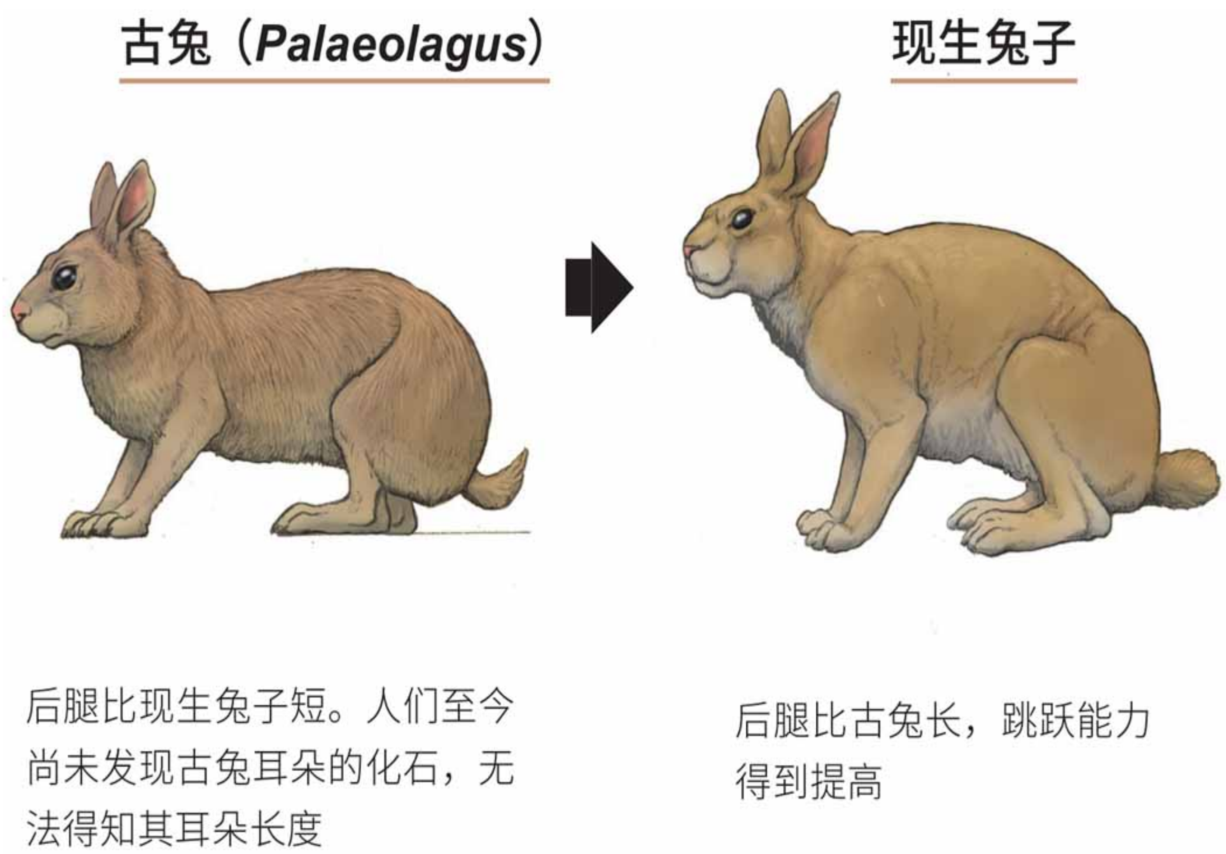
图❷

▪ 演化 起源于亚洲，在美洲演化的祖先

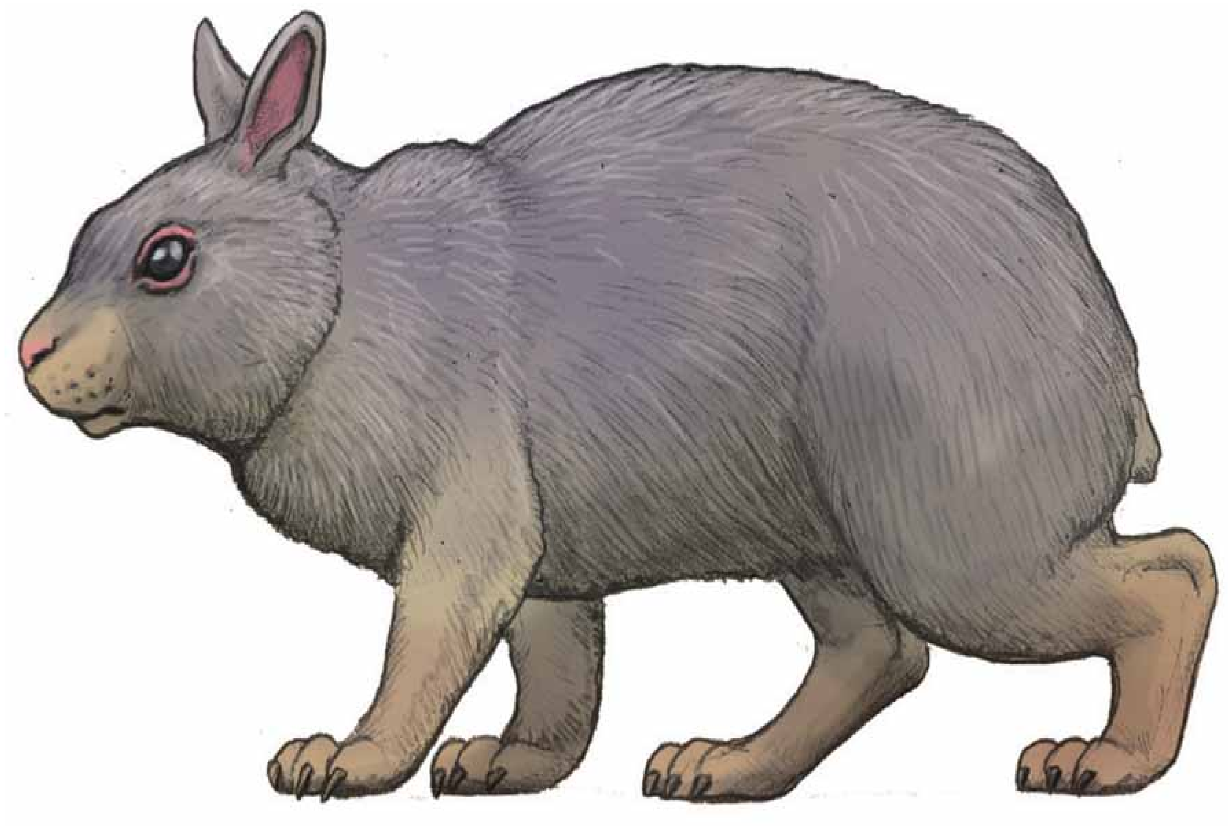
古代兔子最早出现在大约5000万年前。由于最古老的古兔化石在中国发现，因此人们普遍认为兔子起源于亚洲，接着迁徙到北美洲，最后广泛分布于欧洲及非洲各地区。

似乎在从亚洲迁移至北美洲以后，兔子才演化成现在的样子。从距今大约3800万年前的地层中发现的古兔化石来看，它们当时的模样和现生兔子没有太大区别。尽管用于跳跃的后腿骨比现生兔子的短，但已经开始变长了。**图❶**

在距今大约2000万年至800万年前之间，古兔在北美大陆演化，而在欧亚大陆不曾发现同一时期的古兔化石。因而人们推测古兔可能在这一时期从欧亚大陆上消失，之后再次从北美大陆迁徙而来，重新将栖息地扩大到欧亚大陆。



图❶



图❷ 上新五褶兔（Pliopentalagus）

中国出土过大量同一时期的上新五褶兔化石，甚至在日本三重县，人们也发现了一部分上新五褶兔的头骨化石。上新五褶兔是曾经栖息在欧亚大陆的一个古代兔种，据说它们是如今分布在日本奄美大岛与德之岛一带，被称为活化石的琉球兔（*Pentalagus*）的祖先。**图❷**

犰狳

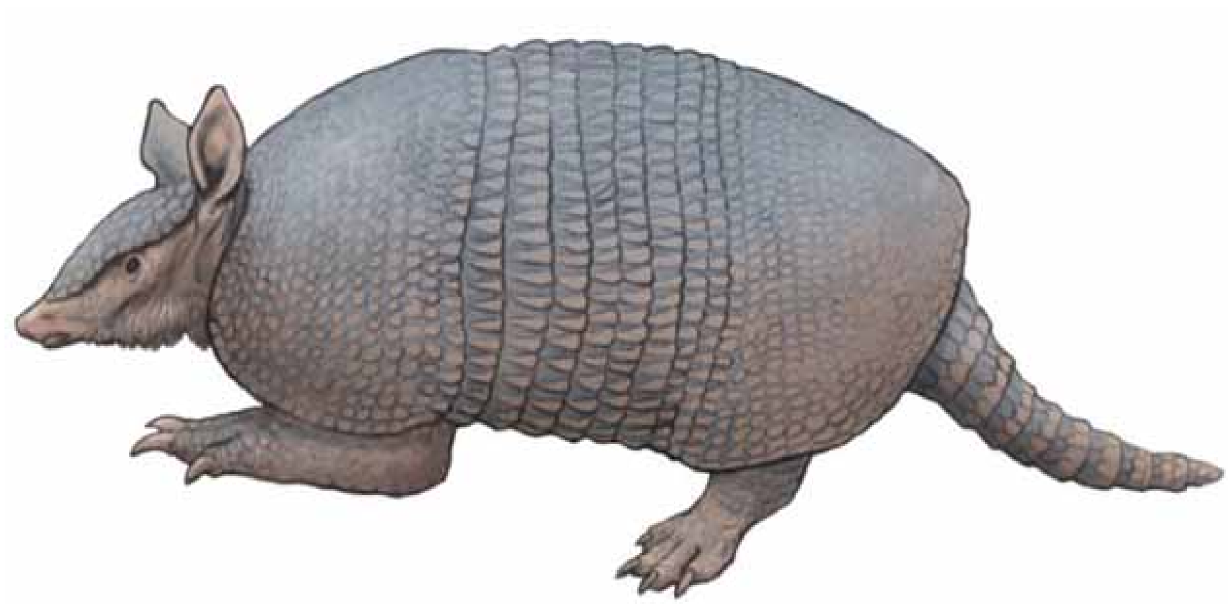
Armadillo

　　犰狳是一种背上长有铠甲的哺乳动物。它们的皮肤由无数块被称为骨质甲的小骨片组成，这些小骨片像拼图一样拼出犰狳完整的、异常坚硬的铠甲。铠甲的中段呈环带状排列，可灵活卷曲。有些种类的犰狳甚至可以像球鼠妇（又称团子虫）一样，把整个身体蜷缩成球状。

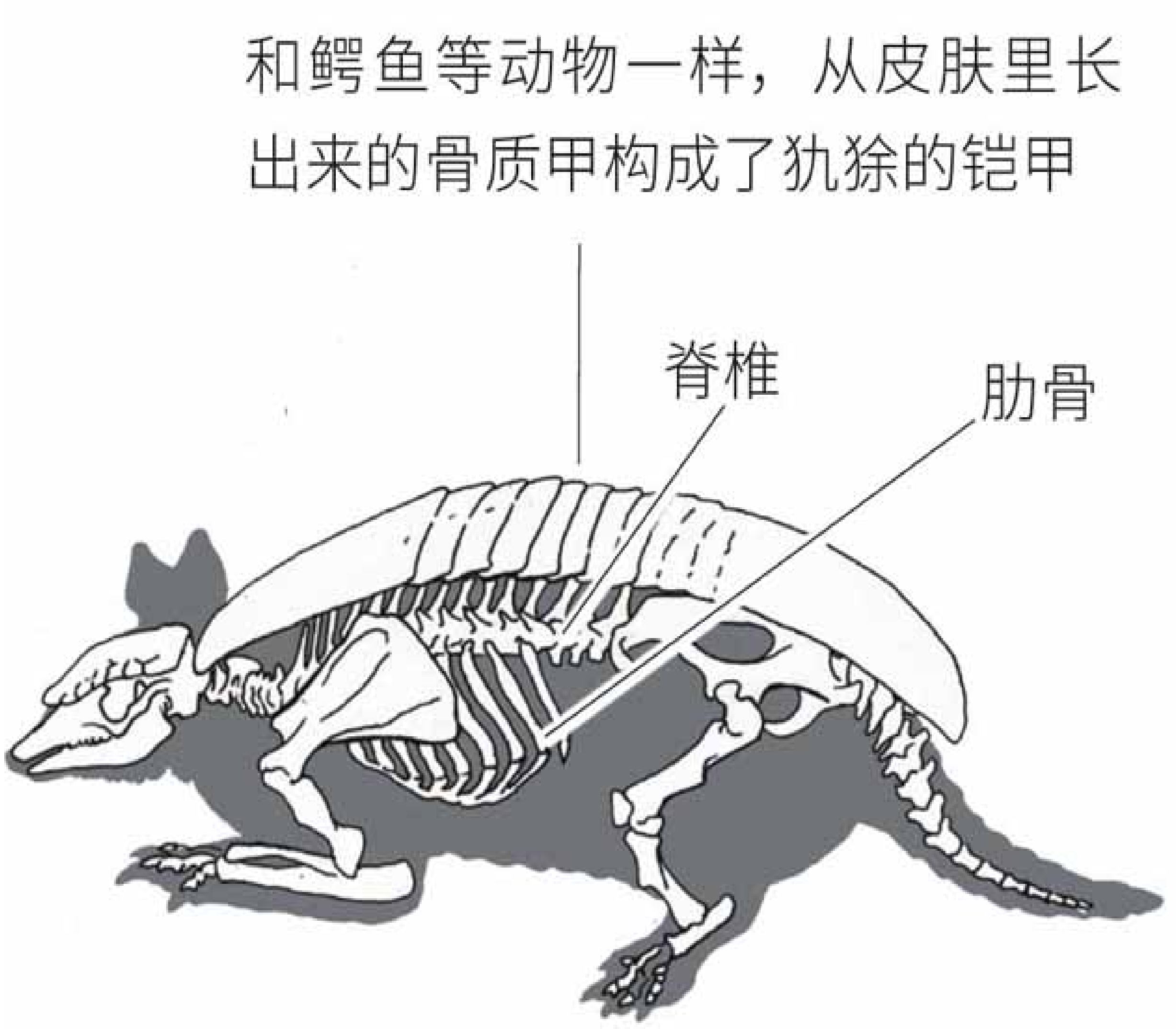


犰狳人

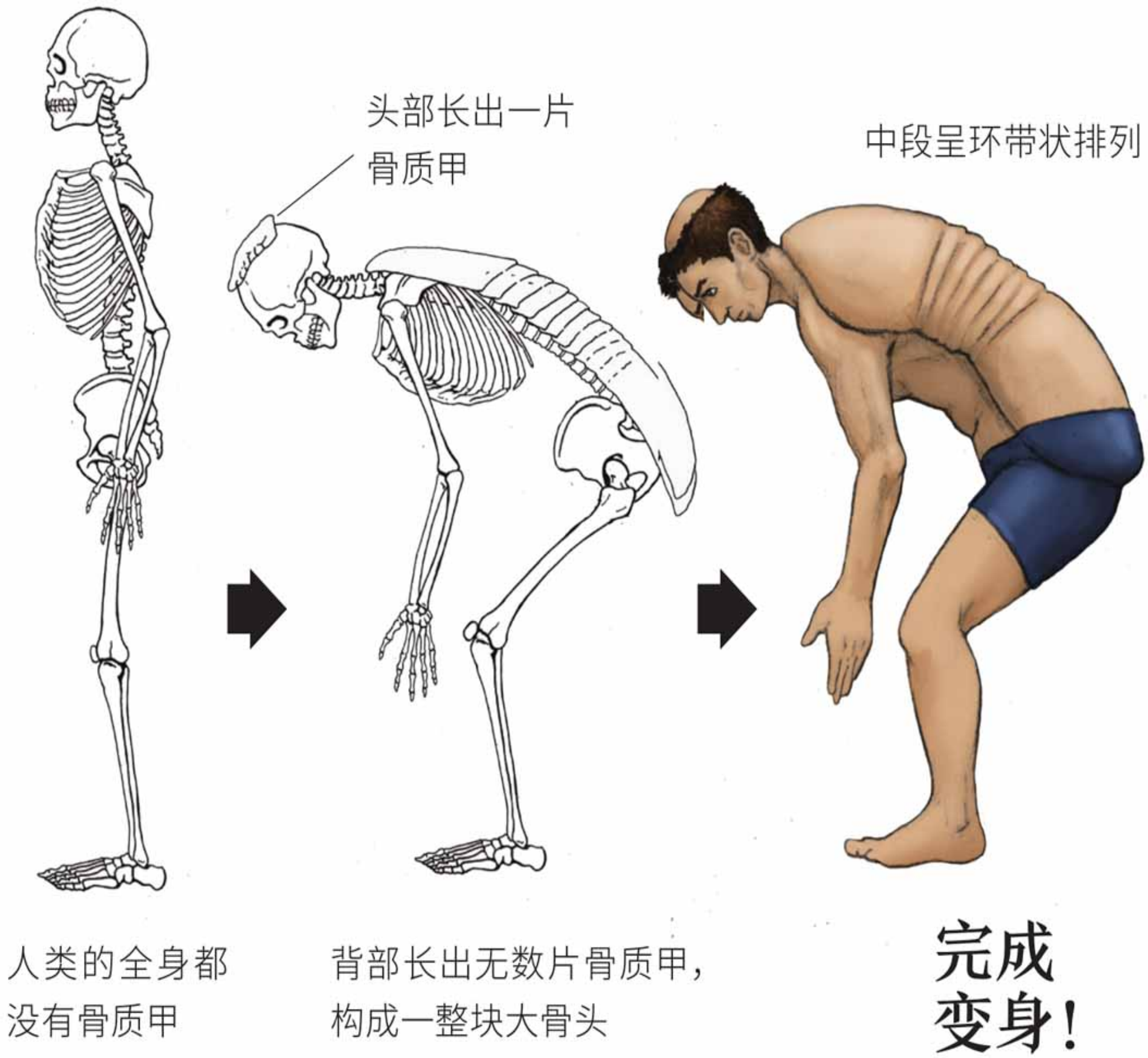
犰狳人变身法



犰狳



犰狳的骨骼

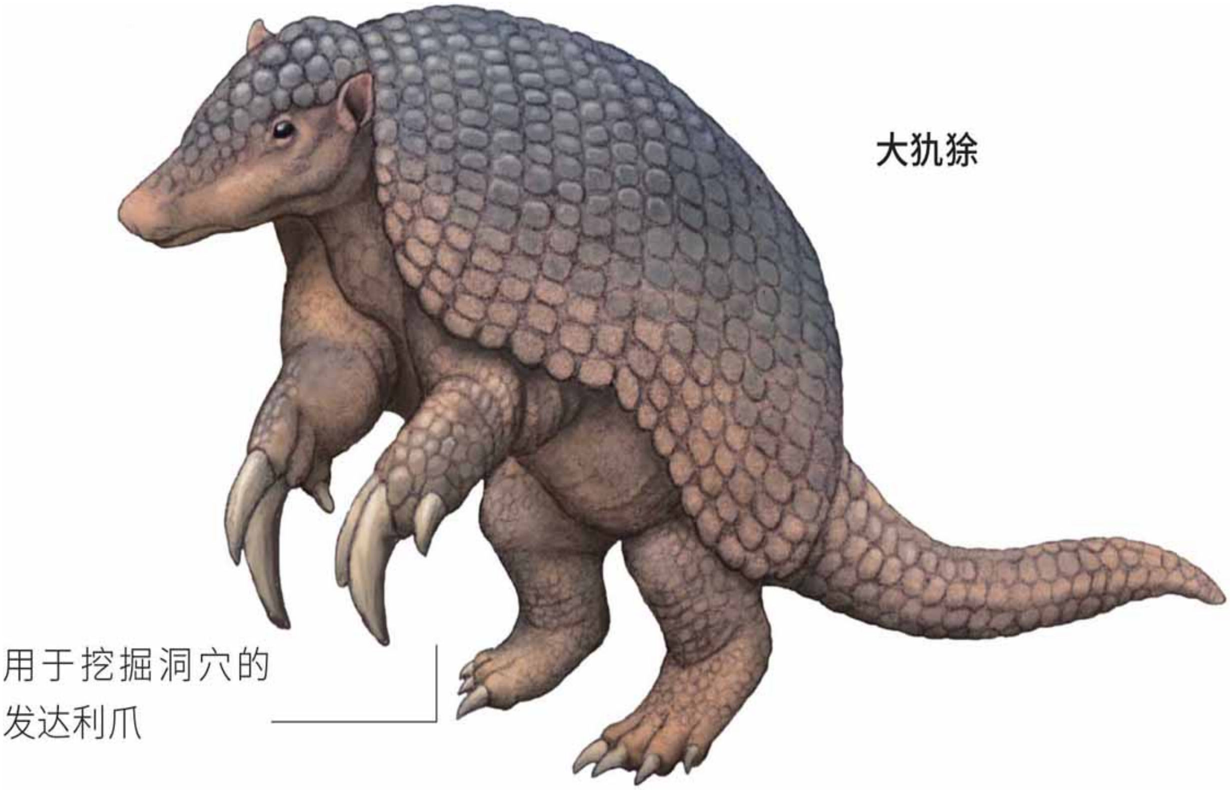

头部长出一片
骨质甲
中段呈环带状排列
人类的全身都
没有骨质甲
背部长出无数片骨质甲，
构成一整块大骨头
完成
变身！

▪ 结构 擅长挖洞的爪子与防御性铠甲

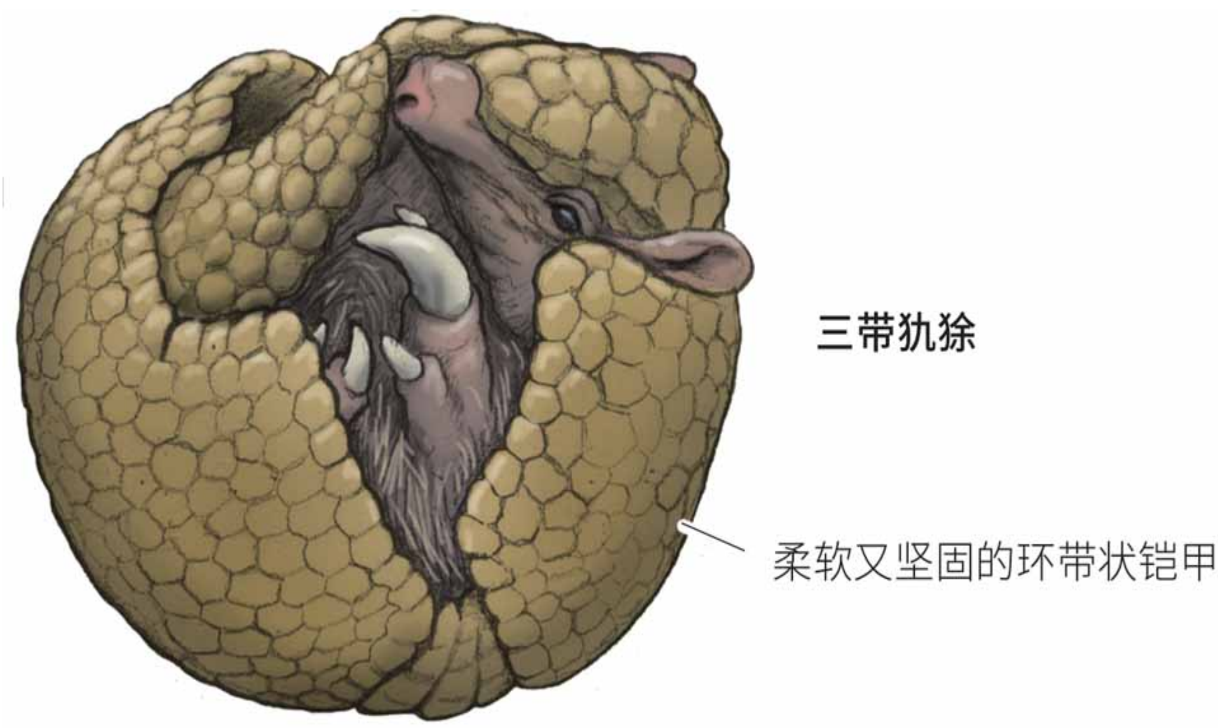
犰狳种类繁多，从手掌大小的小帔蓬犰狳，到身长近1米的大犰狳，共有20多种。它们的新陈代谢非常缓慢，囤积脂肪的能力也差，所以非常怕冷，因而犰狳家族主要栖息在中美洲和南美洲的温热地带。

犰狳昼伏夜出，白天大部分时间都在地下挖洞，专门用来挖洞的利爪可以说是它们的特征之一。大犰狳中爪子最长的有将近20厘米。**图❶**对一个身长约1米的家伙来说，爪子长度竟然占了两成——应该算是现存动物中爪子占身体比例最大的了。

犰狳最大的特征就是它们背上的铠甲，然而不同于由肋骨等骨骼构成的龟壳，犰狳的铠甲其实更类似鳄鱼等动物，是由皮肤变来的。因此，从某种程度上来说，相对于龟壳，犰狳的铠甲具有一定的柔软性，可以自由活动。尤其是三带犰狳，它们可以灵活地将铠甲滚成一个坚硬的球，遇到外敌时一直保持球状姿势，直到敌人无奈地离去。**图❷**犰狳通常给人留下的印象是能把整个身体卷成一个球，但事实上，只有三带犰狳和拉河三带犰狳这两种犰狳才能卷成完整的球状。



图❶

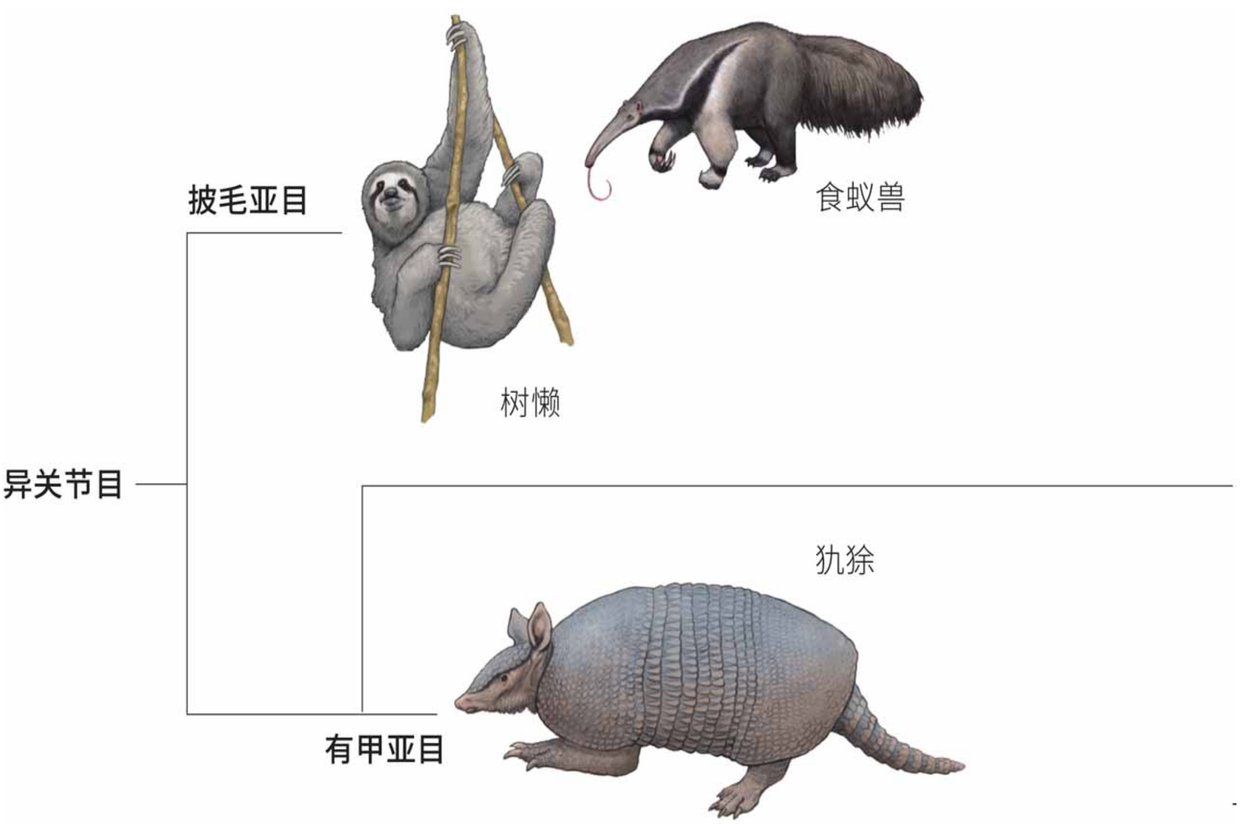


图❷

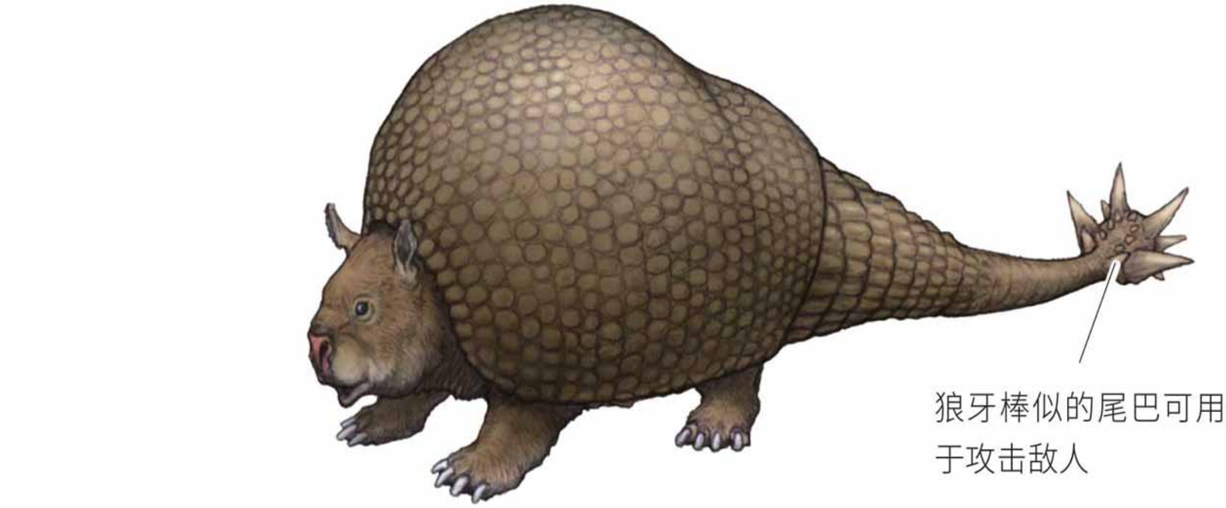
■ 演化 拥有巨型铠甲和尾巴的祖先

大约1亿年前，犰狳所在的南美大陆是一个孤悬海外、与世隔绝的独立板块，因而演化出一批独特的哺乳类物种。这才有了犰狳、食蚁兽、树懒等在其他大陆上看不到的哺乳动物。这些动物的腰椎形状与其他哺乳动物不同，因此被称为“异关节目”动物。**图❶**

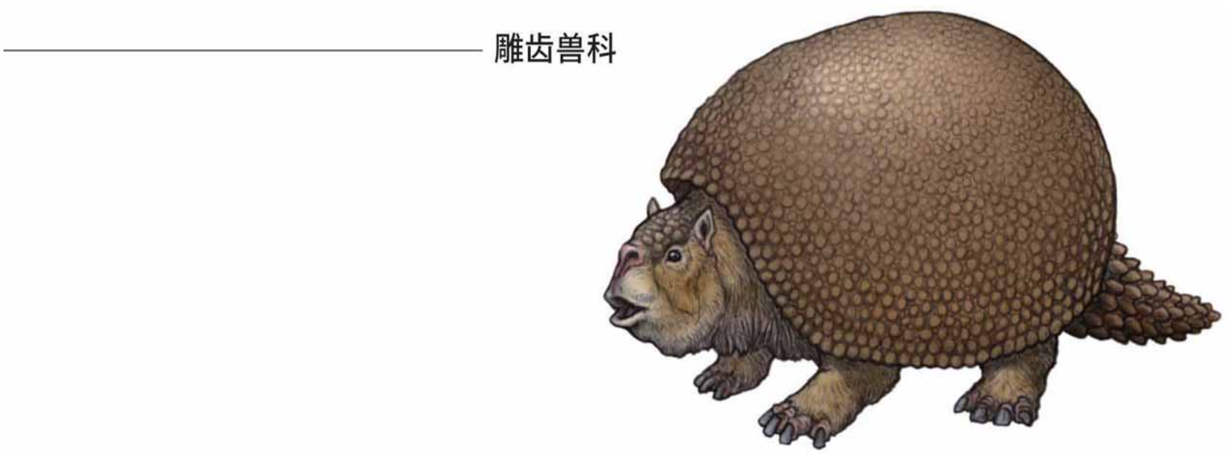
犰狳是整个异关节目家族中最早出现的物种，最古老的犰狳化石出现在大约5600万年前的地层中。外敌来袭时，坚硬无比的铠甲能够像龟壳一样保护犰狳包括头部和四肢在内的整个身体。



图❶



图❸ 星尾兽（Doedicurus）

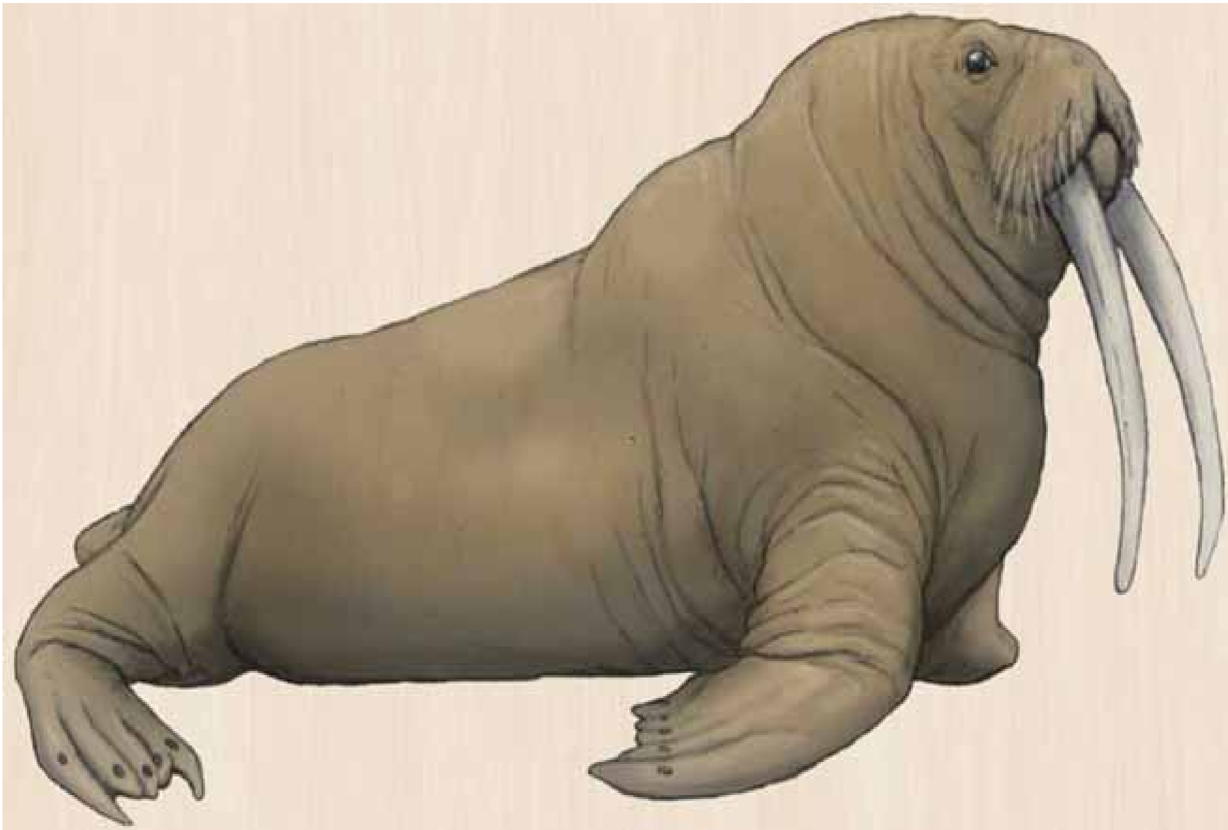


图❷ 雕齿兽（Glyptodon） 外敌来袭时，坚硬无比的铠甲能够像龟壳一样保护包括头部和四肢在内的整个身体

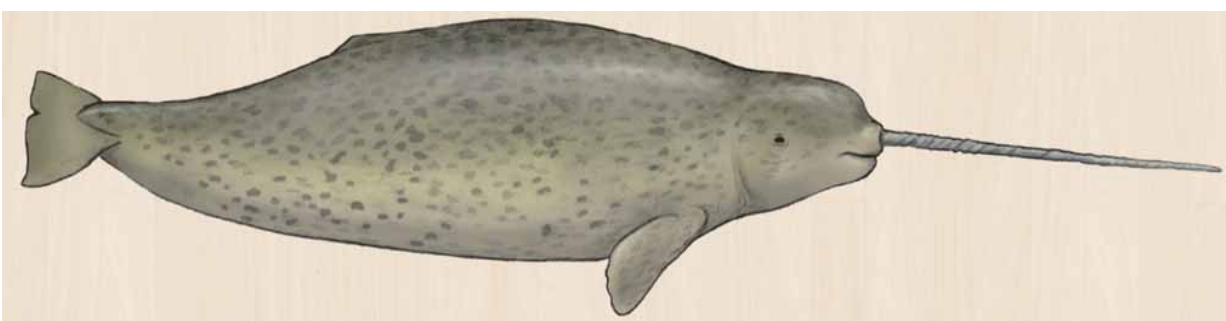
在这些犰狳中，出现了雕齿兽一族。其中最具代表性的巨型雕齿兽全长可达3米，背上也有铠甲，整体看起来像戴着一个超级夸张的头盔。但雕齿兽身上这种像龟壳般坚硬的铠甲是不能弯曲变形的。**图❷**

星尾兽是雕齿兽一族中体形最大的物种，全长甚至可达4米。星尾兽身上最醒目的无疑是它那狼牙棒似的尾巴——长约1米，末端带刺，无比坚硬，能让敌人退避三舍。**图❸**

动物小知识2 牙齿



海象 海象的獠牙非常长，雄海象的獠牙甚至有1米长。



一角鲸（独角鲸） 一角鲸的螺旋状长牙，有的甚至长达3米。

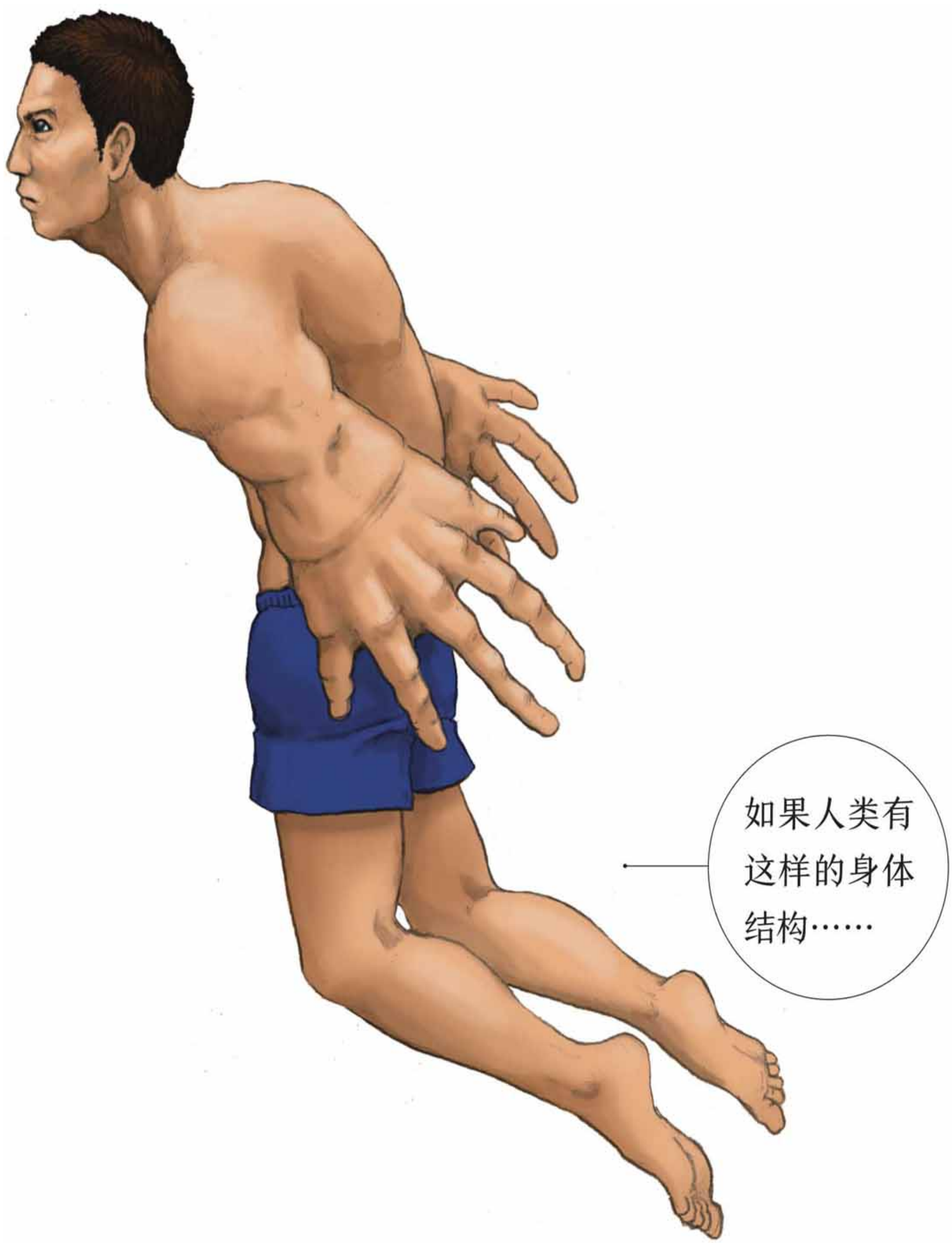
牙的用途

这里的“牙”泛指长而尖的牙齿，但对动物来说，这种牙齿可以分为两类：猫、狗等肉食性动物用来捕获食物的尖齿被称为犬牙（fang）；而一角鲸、海象、大象等动物并非用来捕获食物的长牙被称为獠牙（tusk）。海象从海里爬上岸时，会将冰刀般的獠牙刺入冰中来支撑身体前行，雄性海象之间的争斗也会以獠牙作为武器。一角鲸头上伸出的长牙看起来像一只角，表面布满了神经，这也许是它们测试气压和水温变化的传感器。

第3部分 哺乳类（水栖、地下、空中）

鲸

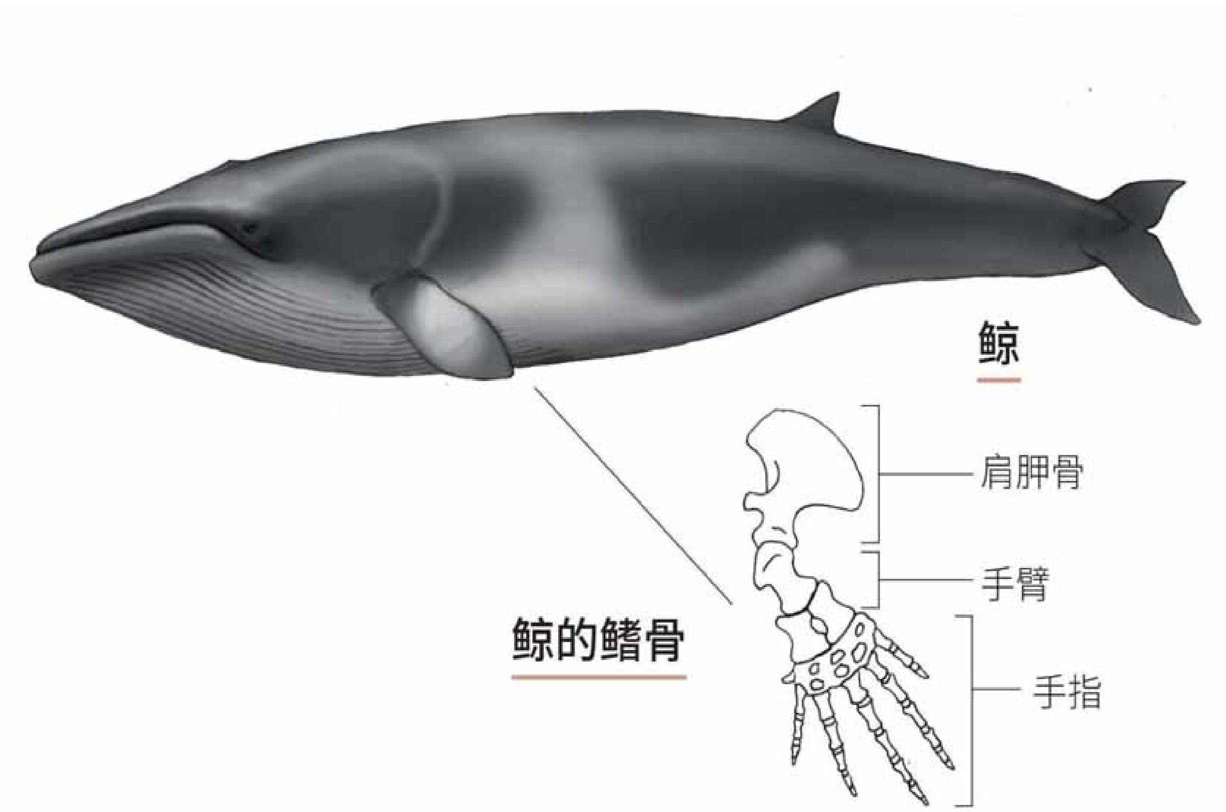
Whale

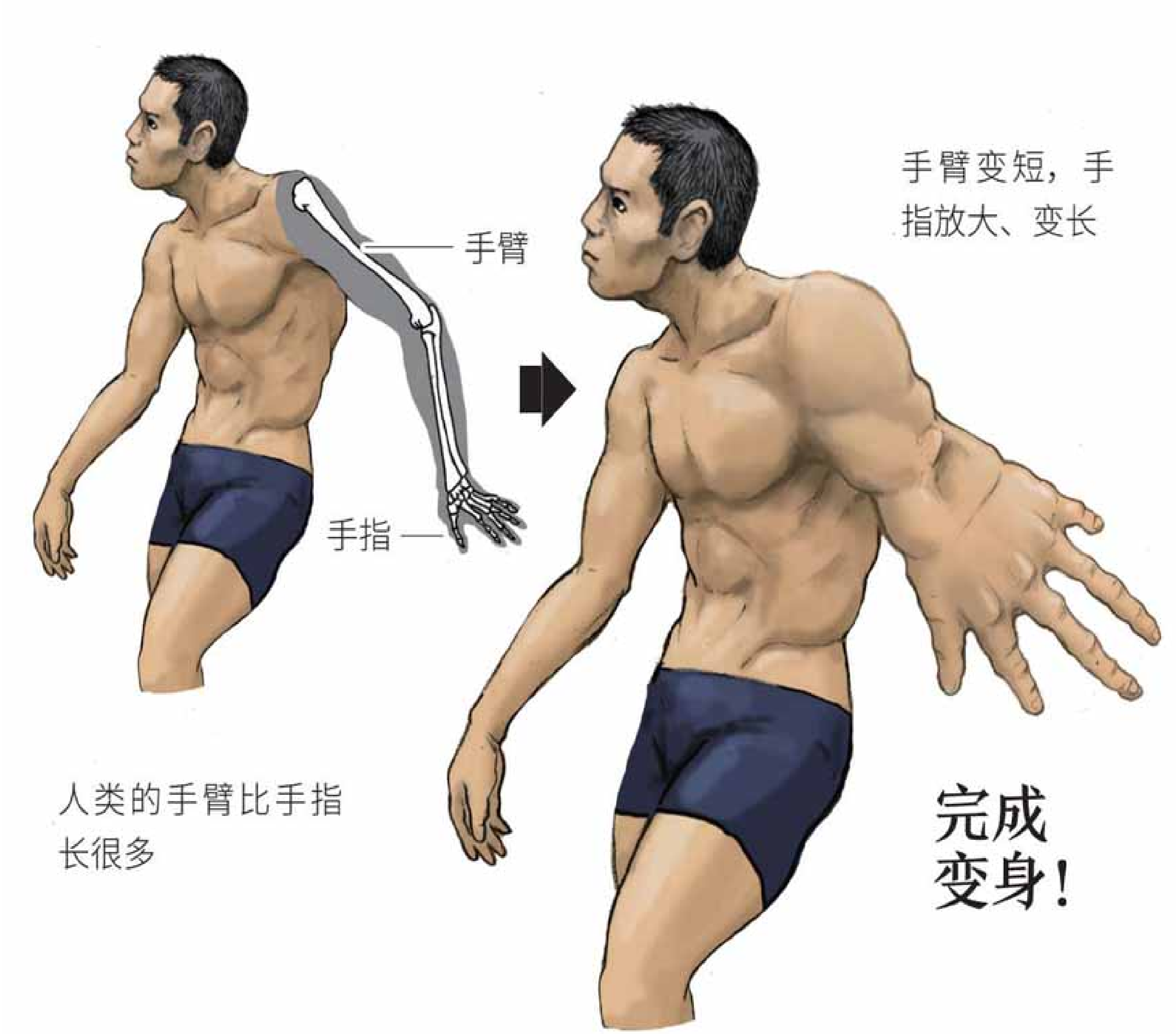


鲸人

人类肩膀和手腕之间的部分是手臂，手腕以下则是“手指”[1]。通过比较，我们会发现人类的手臂要比手指长很多。而对鲸来说，它们的前鳍相当于人类的手臂和手指，从鳍骨结构可知，鲸的腕骨不断变短，而趾骨不断变长，直到“手臂”与“手指”的长度差不多为止。

鲸人变身法



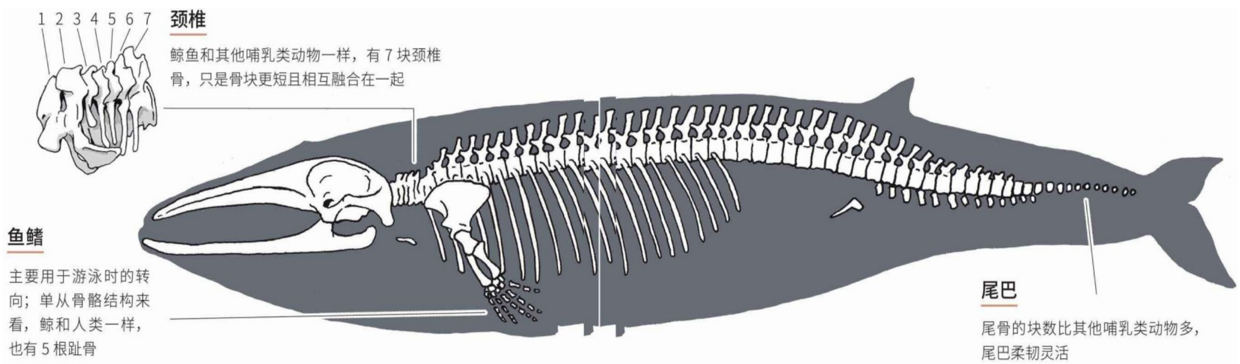


注释：

[1]在与鲸做比较时，人类的“手指”包括了手掌部分。——编者注

▪ 结构 专门适用于游泳的骨骼

在哺乳类动物中，除了鲸鱼，还有其他许多海洋动物都适应了海洋生活，并且选择大海作为它们的生存家园。从陆地潜入海里的海豹，是以鱼和贝类为主食的杂食性动物；生活在浅海里的儒艮（常被认为是美人鱼），主要吃大叶藻等水生植物，是海洋中的素食主义者。这些海洋动物大多活跃在靠近陆地的海域，鲸的活动范围则远离陆地，更加广阔。有些种类的鲸甚至会进行全球范围的洄游，不愧是最适应海洋生活的哺乳类动物。因此在鲸身上，我们可以发现更多适应水中生活的特征。



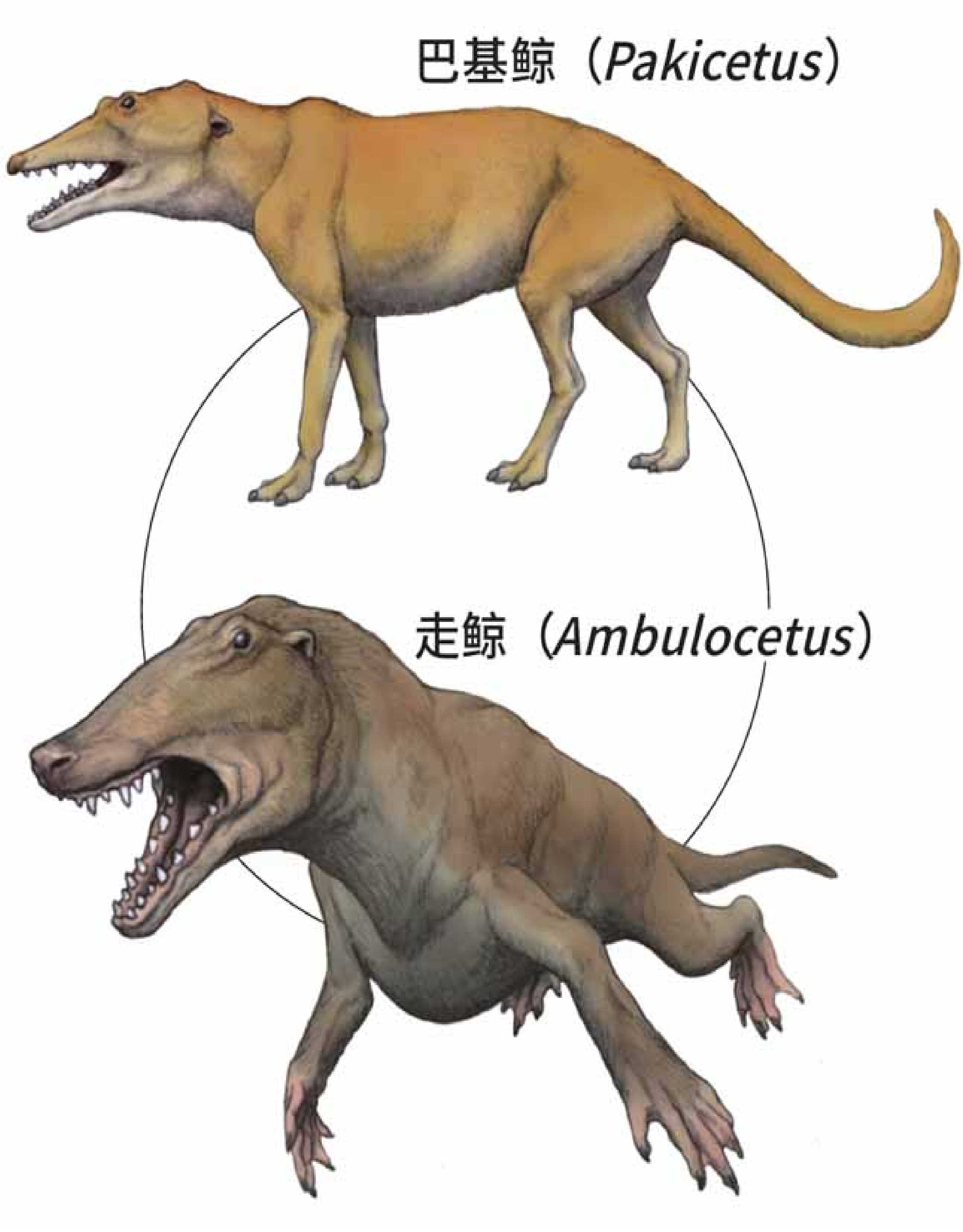
鲸鱼的前鳍相当于人类从手臂到手指的完整部分，鲸在游泳时用前鳍来掌控方向。哺乳类动物通常有14块趾骨，而鲸鱼为了增强鱼鳍的摆动力，演化出更多的趾骨。

鲸鱼在海里游泳时，会将水平延伸的尾鳍上下摆动，以此获得推动力。鲸鱼是哺乳类动物中拥有最多尾骨的动物，这使得它们能在海里自由灵活地摆动尾巴。相比于灵活的尾巴，鲸鱼的“脖子”就显得笨拙了许多。与其他哺乳类动物一样，鲸也有7块颈椎骨，但对大多数种类的鲸来说，它们的颈椎骨是融合在一起的。想象一下游泳时的情景，如果想顶着阻力继续前行，头部最好不要左右摇晃，如此说来，脖子缺乏灵活性的鲸鱼反而拥有了优势。

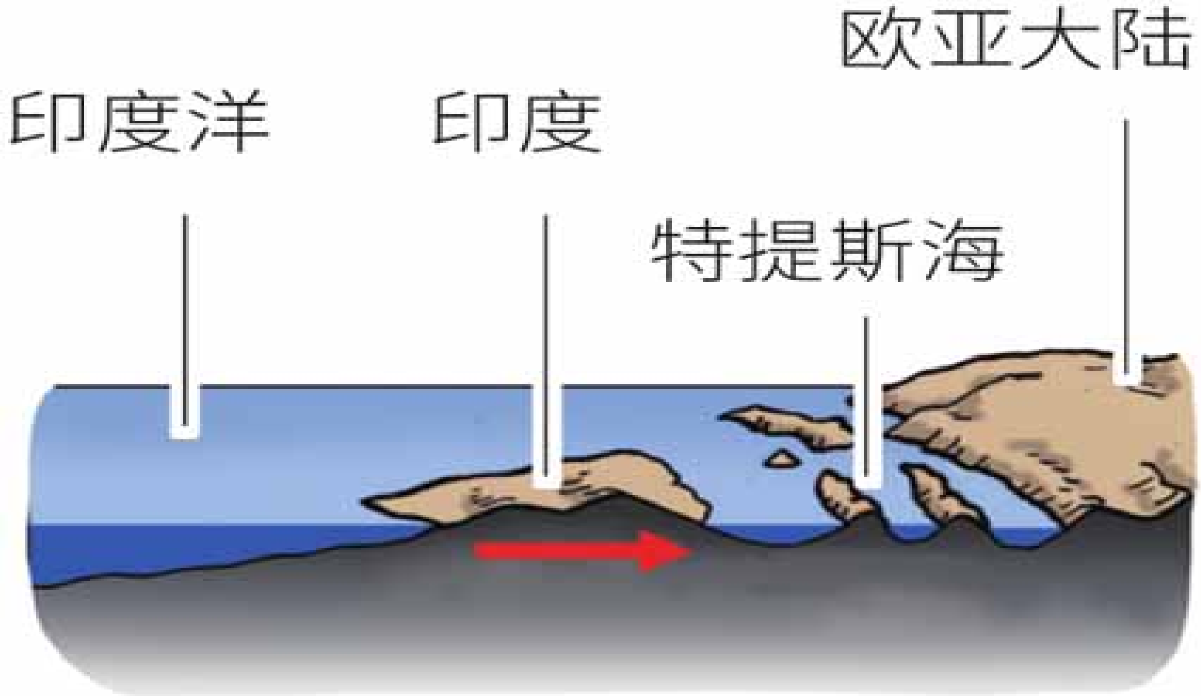
■ 演化 从海洋到陆地，最终回归海洋

距今约3.7亿年前，有一种鱼类的鱼鳍变成了四肢，使它们实现了登陆的壮举。而鲸鱼的祖先，曾经也是用四足行走的哺乳类动物。

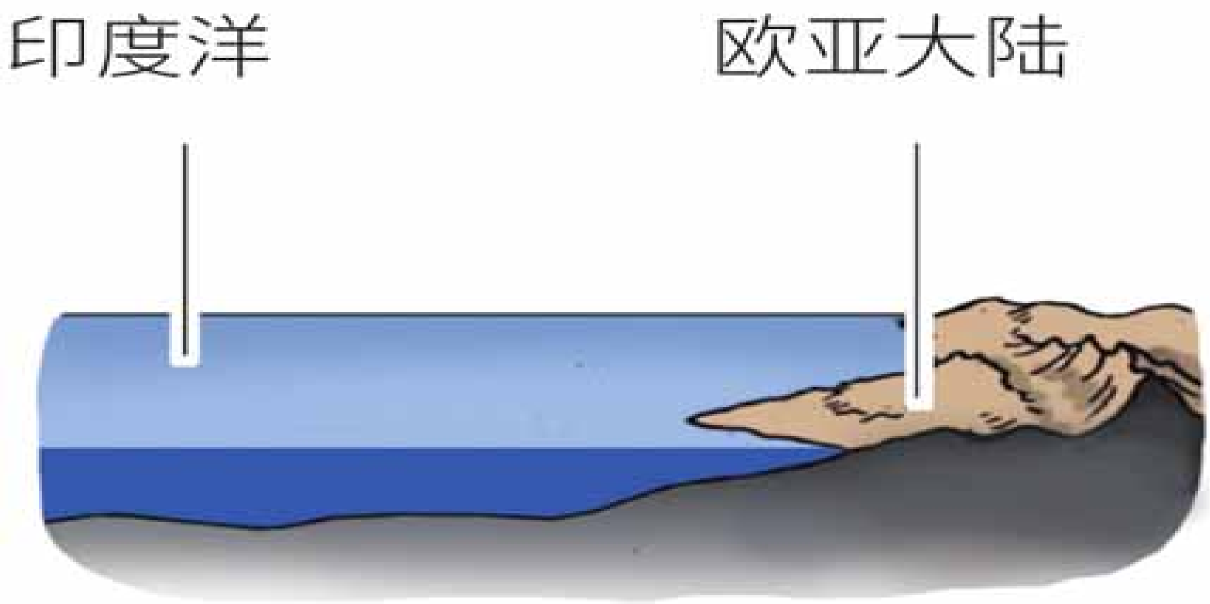
巴基鲸是已知最古老的鲸类，大约有5300万年的历史。巴基鲸化石发现于印度西侧的巴基斯坦，从近似圆锥状的吻部以及牙齿的排列方式来看，巴基鲸尚有一丝鲸鱼的模样，但它们有四肢，却没有用来游泳的鱼鳍。另外，在发现巴基鲸化石的地区，人们还发现了走鲸、库奇鲸（*Kutchicetus*）等许多四足原始鲸类的化石。**图❶**



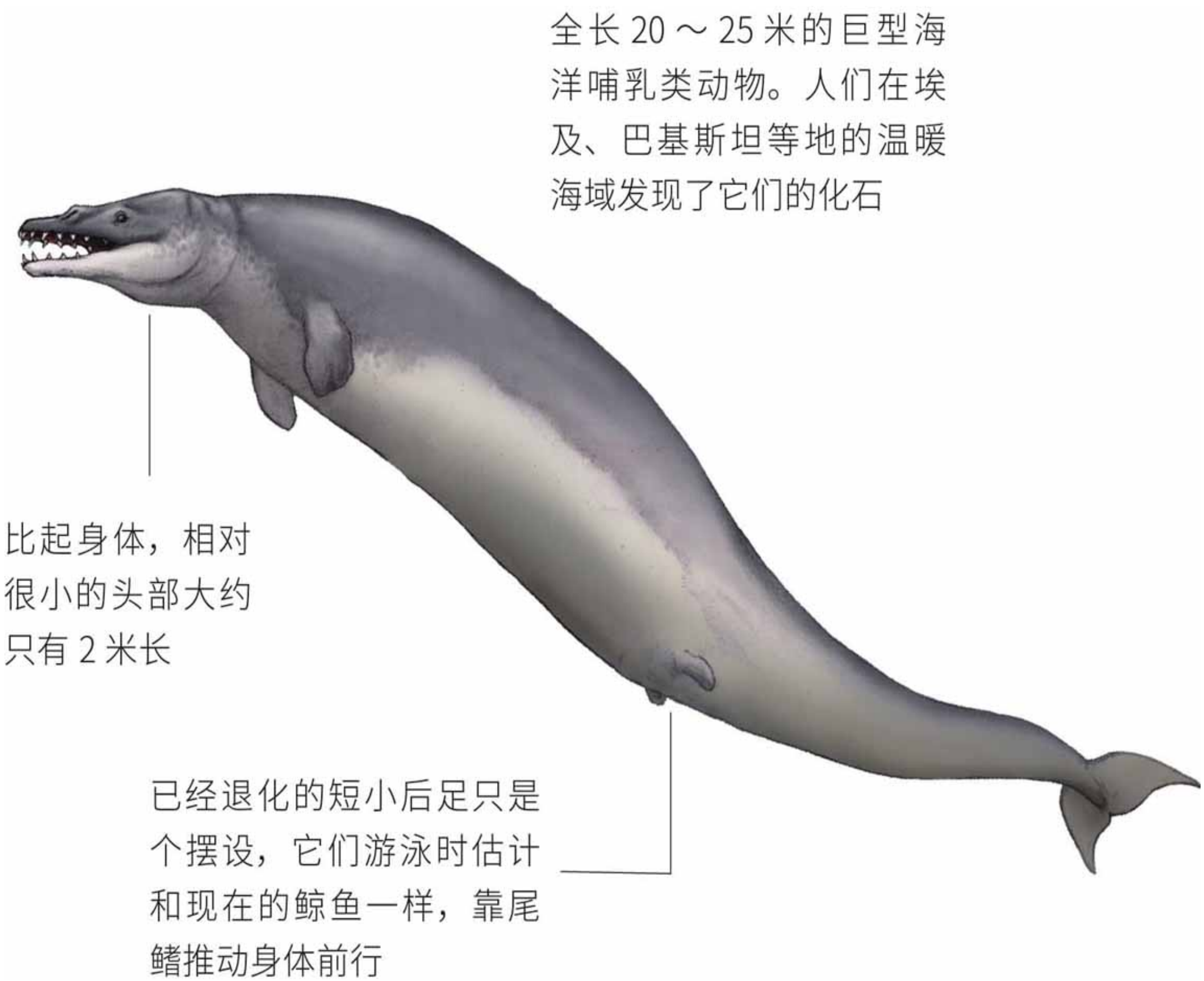
图❶ 鲸鱼的四足祖先曾经栖息在特提斯海域



现在



图❷ 约5300万年前



图❸ 龙王鲸（Basilosaurus）

事实上，在四足古鲸生活的年代，印度的周边地形与现在并不一样。当时的印度是一个漂浮在海上的独立小岛，大约位于今天所在的位置以南，而且它与欧亚大陆之间有一片温暖的浅海流域——特提斯海。**图❷**也许正因如此，四足古鲸才逐渐移居海里，最终演变成我们现在看到的样子。走入海中后，古鲸越来越适应海洋生活，最后广泛分布在全世界。如今，我们在全世界范围内找到的龙王鲸化石似乎证明了这一说法，它们的后肢已变成鱼鳍，样子更接近现生鲸鱼。**图❸**

鼹鼠

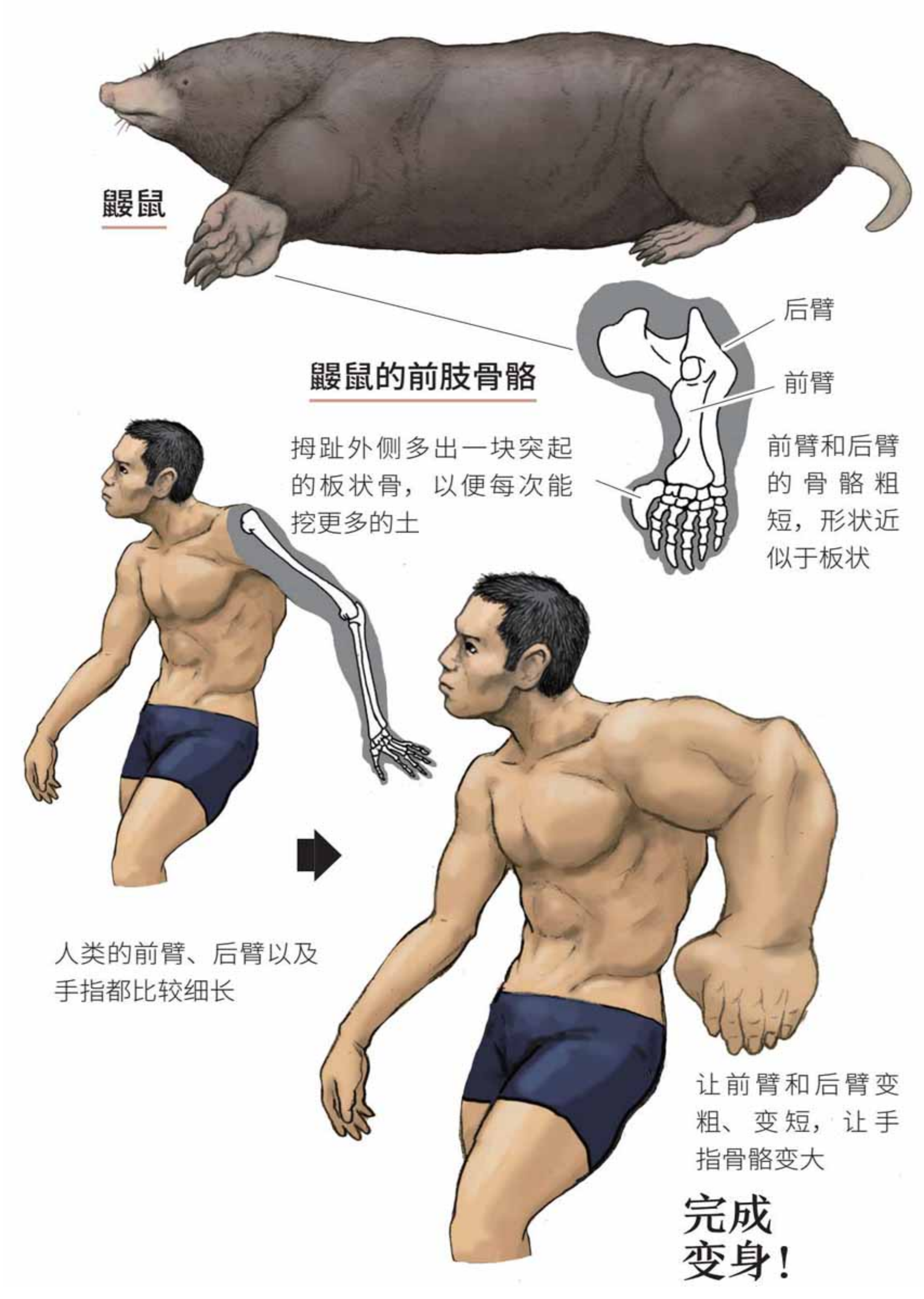
Mole

鼹鼠长年在黑暗的地下生活，几乎见不到太阳。它们需要用前肢来拨开泥土，然而在地下移动所面对的阻力比在水里大得多，因此鼹鼠的前肢硕大而有力，骨骼粗短且结实。鼹鼠的前肢骨骼数量很多，占据了全身骨骼的绝大部分。


如果人类有这样的身体结构……

鼹鼠人

鼹鼠人变身法

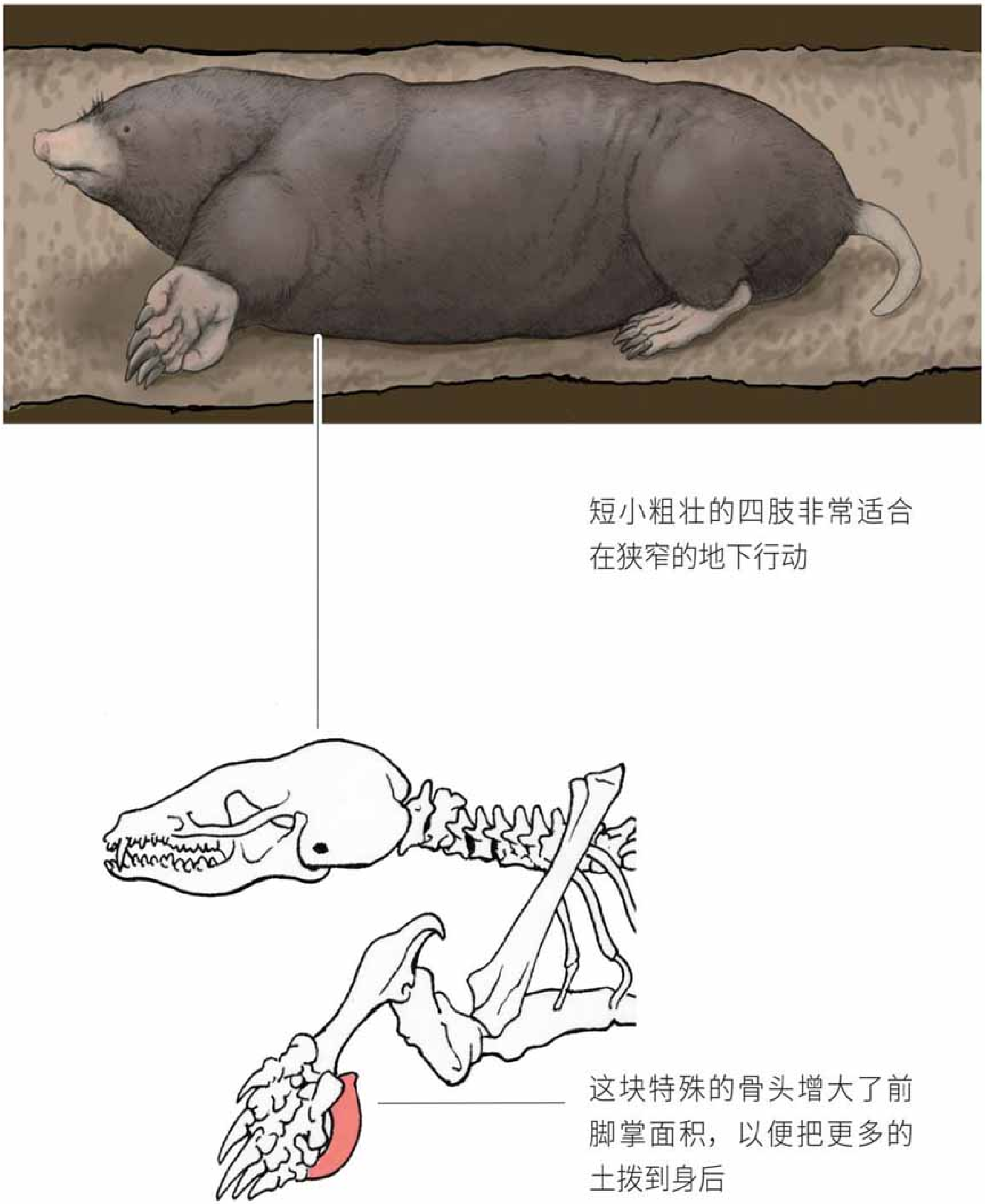

鼹鼠
鼹鼠的前肢骨骼
后臂
前臂
拇趾外侧多出一块突起的板状骨，以便每次能挖更多的土
前臂和后臂的骨骼粗短，形状近似于板状
人类的前臂、后臂以及手指都比较细长
让前臂和后臂变粗、变短，让手指骨骼变大
完成变身！

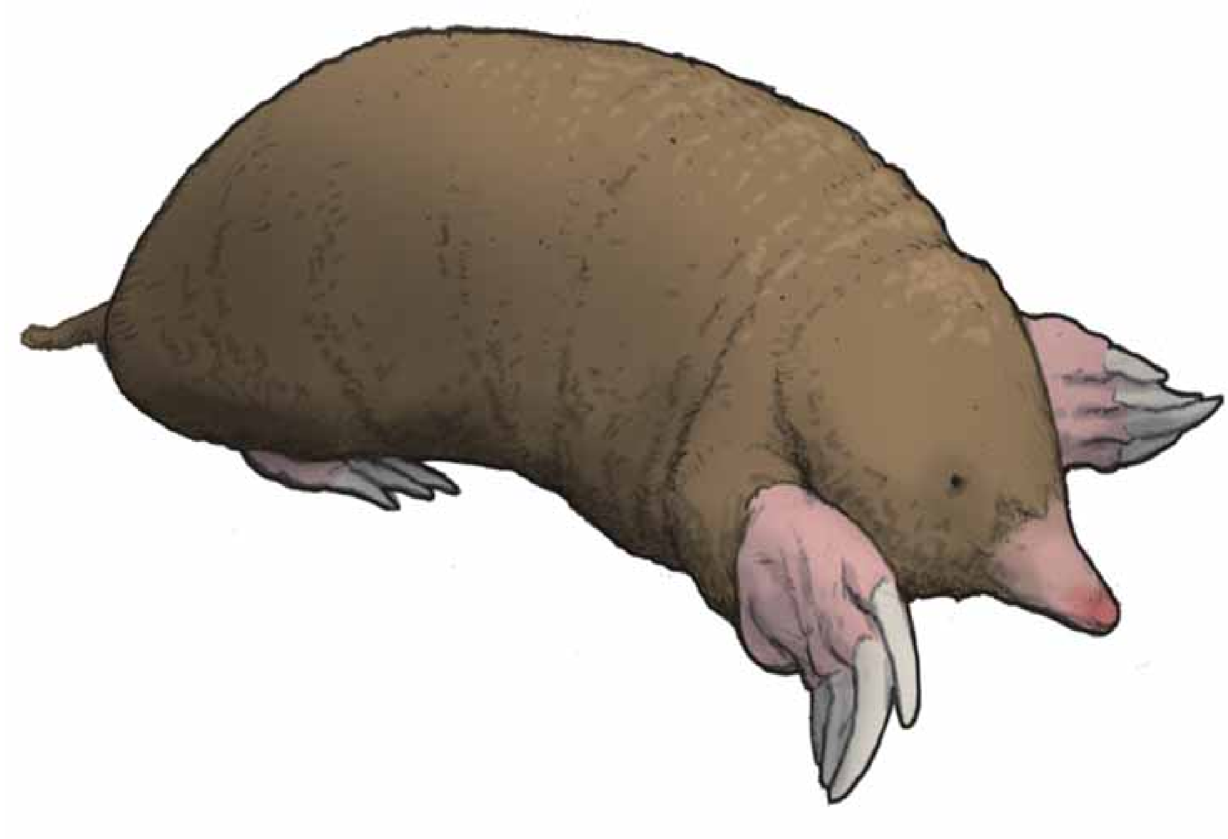
▪ 结构 适合掘土的发达前肢

尽管大家都知道鼹鼠，却很少能亲眼见到，这是因为它们基本不会出现在地面上。偶尔倒是会有人在地上看到死掉的鼹鼠，于是它们就被认为是“见光死”的动物，但事实并非如此。鼹鼠生活在漆黑的地下，终年不见天日，视力逐渐退化。所以它们不是见不得光，而是根本无法辨别光亮。并且在受到阳光直射后，鼹鼠的身体无法调节温度，太热的话就会受不了。另外，鼹鼠不光怕热，同样怕冷，所以它们才会长年生活在不受冷热影响的地下。

话说鼹鼠整日在地下掘土打洞，能干这样的重体力活，它们发达的前脚掌功不可没。大多数动物的前肢骨骼都比较细长，而为了能在狭窄的地下打洞前行，鼹鼠的四肢都是短小粗壮的。它们的脚掌上还有很多突起，能够为发达的肌肉提供固定点。

除了拥有外翻的前脚掌和善于挖土的利爪，鼹鼠的拇趾外侧甚至还多出一块特殊的月牙形骨头，从而增大了脚掌的面积。鼹鼠的挖掘动作就像蛙泳的动作一样，它们用两只大铲子似的前脚掌刨开土，然后快速把土拨向身体后方。


短小粗壮的四肢非常适合在狭窄的地下行动
这块特殊的骨头增大了前脚掌面积，以便把更多的土拨到身后



日本缺齿鼹 主要分布在日本西部，正在从西往东移动，不断扩张它们的栖息地

■ 分布 两大派系的势力之争

除北海道地区外，栖息在日本列岛上的鼹鼠大约有5种，其中有“两大派系”之称的是小缺齿鼹和日本缺齿鼹。它们的分布区域以北陆至东海为界，大致把日本分为一东一西两个部分。

话虽如此，但分布在日本东半部的小缺齿鼹还单独霸占了西边纪伊半岛南部的一小块区域，而日本缺齿鼹却没有在东半部栖息的迹象。从两大派系的分布现状来看，日本缺齿鼹正在从西往东移动，逐步扩张它们的栖息地，试图把西边的小缺齿鼹往东部驱赶。



小缺齿鼹 体形比日本缺齿鼹小一圈，主要分布在日本东部，以及纪伊半岛南部的一小块区域

两大派系之争大约在60万至45万年前，日本列岛逐渐形成而人类尚未出现时就已经拉开了序幕。当时，小缺齿鼹已经在中国[1]、四国一带生活，而来自大陆的日本缺齿鼹仍仅出没于九州附近。目前我们尚不清楚日本缺齿鼹逆转局势的原因，只知道它们两者之间的唯一区别是，日本缺齿鼹的体形比小缺齿鼹要大一圈。

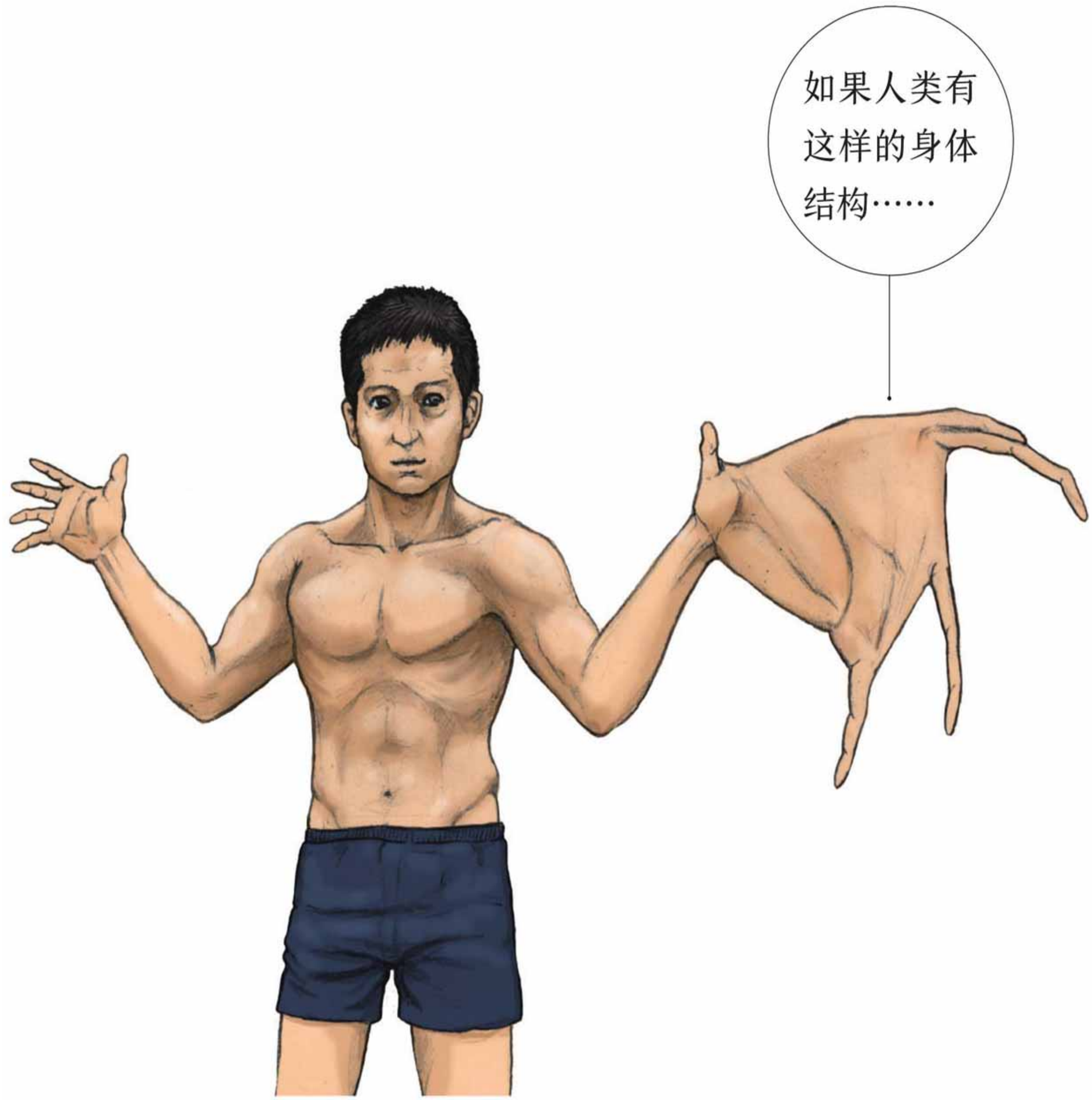
注释：

[1]非国家中国，而指日本的一个地区，位于本州岛西部，由鸟取、岛根、冈山、广岛、山口5个县构成。——编者注

蝙蝠

Bat

蝙蝠是唯一能够拍打翅膀，在空中自由飞翔的哺乳类动物。蝙蝠的翅膀是其前肢演化变大后的产物。除拇指外，蝙蝠的其他指骨都像伞骨一样又细又长，骨间生有皮膜，皮膜一直向后延伸并覆盖到后肢。这样的骨骼结构使蝙蝠拥有了比自己身体还要大的翅膀。

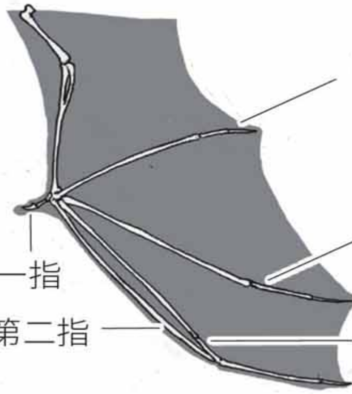


蝙蝠人

蝙蝠人变身法

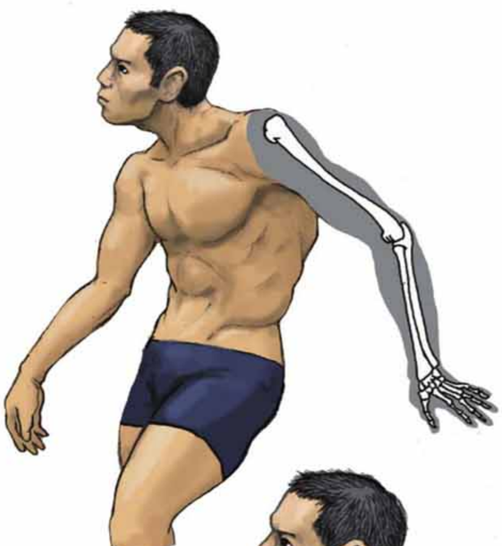


蝙蝠



蝙蝠的前肢骨骼

第二指退化并与第三指融合在一起



人类除拇指以外的四指并排生长；与蝙蝠相比，人类的手指较短，指间距更窄

除拇指外，延长其余四指，并将第二指（食指）与第三指（中指）合二为一，最后在手指间覆盖皮膜



完成变身！

▪ 结构 自动锁定式后肢

蝙蝠是唯一会飞的哺乳类动物。重要的是，蝙蝠并非像鼯鼠（俗称飞鼠）那般滑翔，而是像鸟儿一样挥动翅膀飞翔，所以它们能够在空中捕食昆虫。只不过对蝙蝠而言，要像鸟儿一样轻松飞翔，首先得让身体变得轻盈。

由于要带动比身体还大的翅膀，蝙蝠的胸肌必不可少。与之相对，它们的后肢肌肉逐渐退化，只剩下一副皮包骨的样子，导致蝙蝠根本无法站立，更不用说靠后肢行走了。万不得已需要在地面上移动时，它们只能借助折翅与后肢来爬行。蝙蝠也无法像鸟儿那样平地起飞，只能在倒挂的状态下飞翔。

蝙蝠用后肢倒挂在天花板上时，靠的不是肌肉，而是一种特殊的肌腱。所谓肌腱[1]，就像一条绳子，连接着肌肉和骨面。当蝙蝠用后肢的钩爪钩住天花板时，它们特殊的肌腱便会发挥作用，形成“锯齿”并紧紧“咬住”腱鞘[2]内壁的突起。这样一来，挂在天花板上的后肢就仿佛进入了自动锁定模式。借由这一特殊功能，蝙蝠可以驾轻就熟地倒挂在天花板上，甚至安稳地进入梦乡。

倒挂状态下的后肢利爪


肌腱
腱鞘
肌腱与腱鞘内壁的突起彼此
紧咬，就像“锁”住了一样

注释：

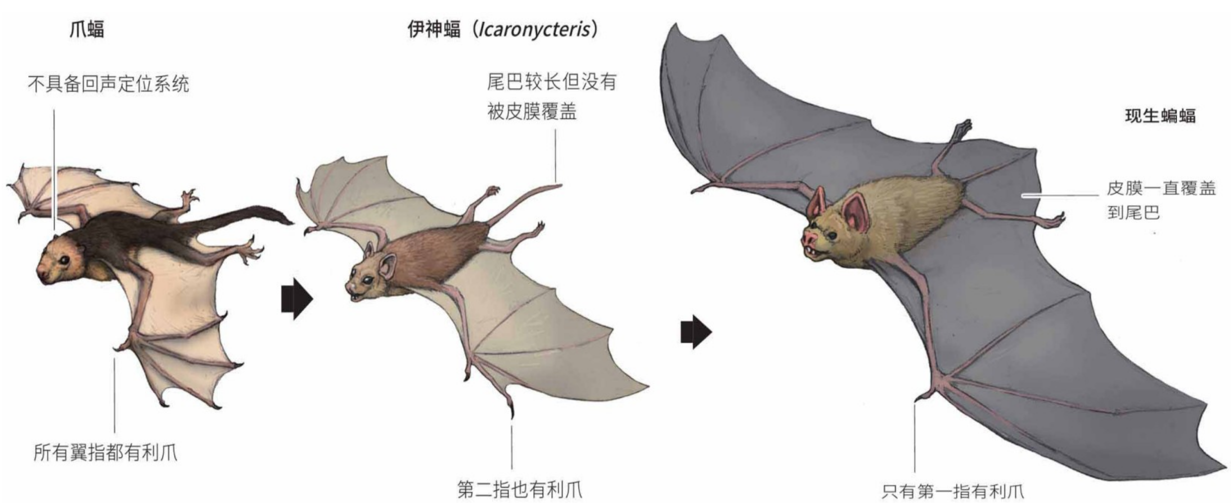
[1]将肌肉连接在骨骼关节处的强韧、无弹性的纤维状组织束，位于肌肉（骨骼肌）的两端，由平行致密的胶原纤维构成。——编者注

[2]包围在肌腱外面的鞘管，存在于活动性较大的部位，如腕、踝、手指和足趾等处。——编者注

■ 演化 通过两种功能追溯祖先

蝙蝠不仅会飞，还拥有回声定位系统，可以通过自己发出的超声脉冲来感知障碍物和猎物的位置。这两种能力使蝙蝠能够在夜间或昏暗的环境中自由飞行，准确地找到食物。几乎没有其他动物像蝙蝠一样具有这身“特技”，因此正如那些跻身风口行业的成功人士，蝙蝠在回声定位领域没有竞争对手。

然而，也许是在天上飞的缘故，蝙蝠的化石很难被保留下来，迄今为止被发现的蝙蝠化石少之又少，因而人们仍无法清楚地知道远古蝙蝠是如何演化的。长期以来，伊神蝠化石被普遍认为是已知最早的蝙蝠化石，大约有着5250万年的历史。从外观来看，伊神蝠很像现生蝙蝠，但它们支撑胸肌的胸骨仍不发达，尾巴较长且未被皮膜覆盖，第二指（相当于人类的食指）也有利爪，因此可以说伊神蝠仍旧保持着原始特征。

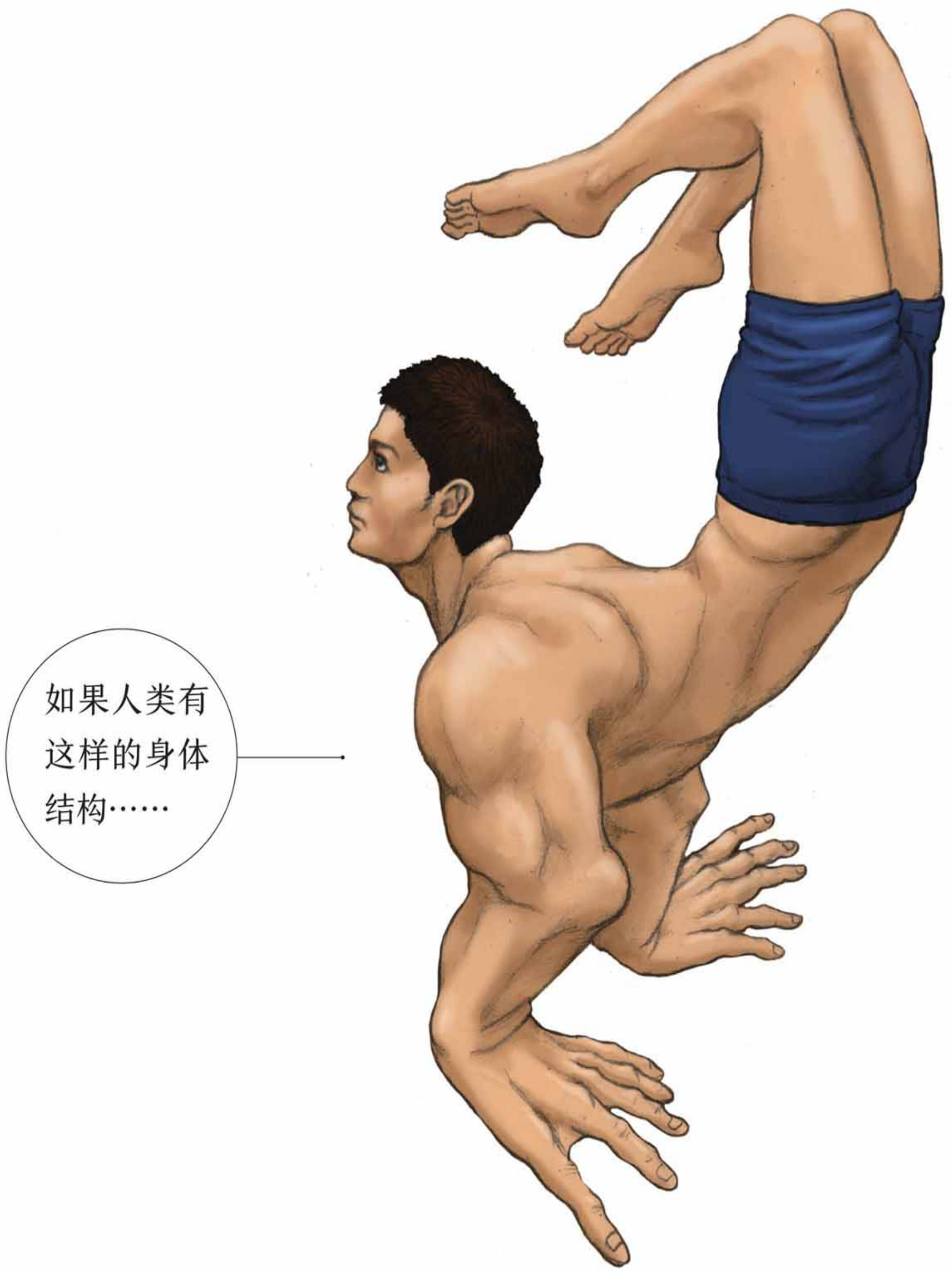


最近有报道说爪蝠比伊神蝠更原始，因为它们的五根翼指上都有利爪，更重要的是，它们不具备回声定位所必备的耳骨特征。由此可见，蝙蝠应该是先具备了飞行能力，之后再演化出回声定位的能力。

海狮

Sea Lion

　　海狮是生活在海里的哺乳类动物，但它们也可以在陆地上行走。无论游泳还是行走，海狮都需要依靠它们结实的前肢。有些动物只能在陆地上行走，它们的前肢通常是臂骨长、趾骨短；而海狮还要在水中活动，因此它们的前肢臂骨短、趾骨长。

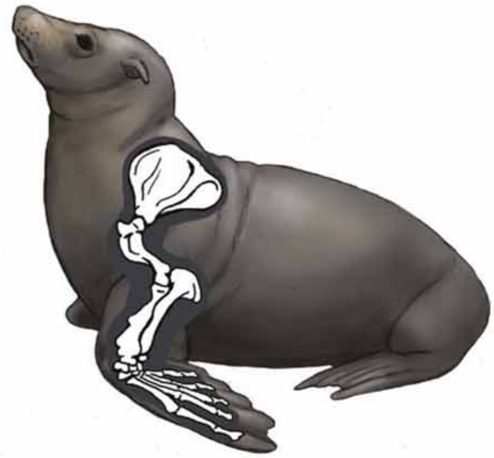

如果人类有这样的身体结构……

海狮人

海狮人变身法

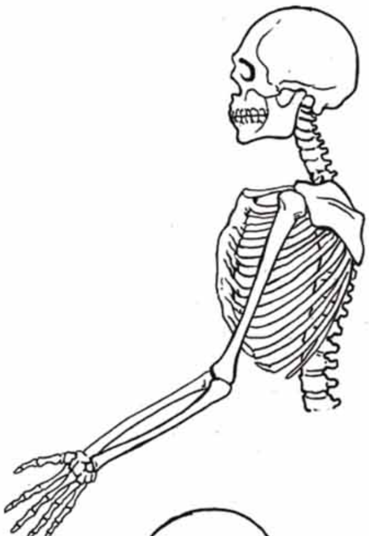


海狮

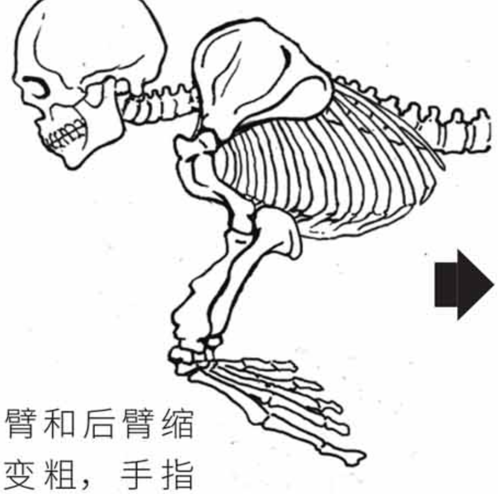


海狮的前肢骨骼

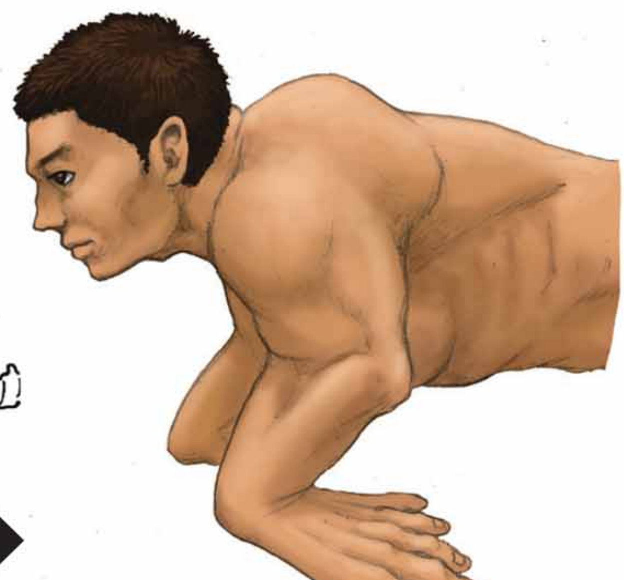
骨骼结构与鲸相似，但前臂骨骼略微长些，单凭“手腕”也可以完成登陆



人类的前臂和后臂骨骼较长，指骨较短



将前臂和后臂缩短、变粗，手指放大、拉长



完成变身！

▪ 结构 水栖哺乳类的“手部”差异

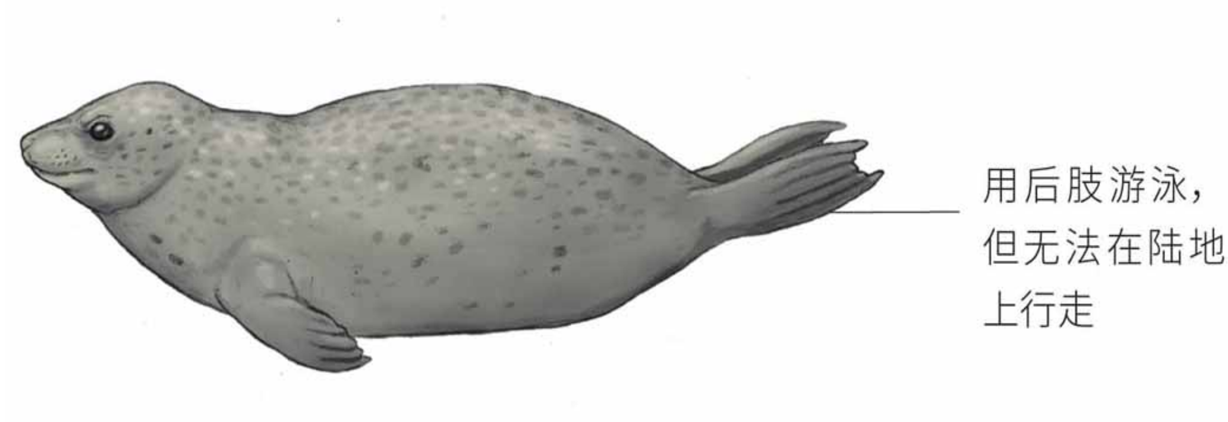
像海狮这样四肢变成鳍状的哺乳动物属于鳍脚类动物，这个家族的其他成员还有北海狮、海豹、海象等。

北海狮和海狗都是海狮科的动物，海豹却不是。尽管海豹可以在海里游泳，也可以在陆地上活动，但它们的行动方式与海狮科的小伙伴们很不一样。例如，海狮在水中用前肢游泳，海豹则是用后肢来充当尾鳍，带动全身摆动前行。海豹在水中游泳的速度比海狮快，却不擅长在陆地上行走。这是因为海豹的后肢长在身后，上岸后无法朝前迈步，再加上前肢也不发达，根本无法依靠四肢行走，只能趴在地上，像毛毛虫那样蠕动身体前行。而海狮上岸后，会用向前弯折的后肢配合前肢一起抬动身体，在陆地上前进。

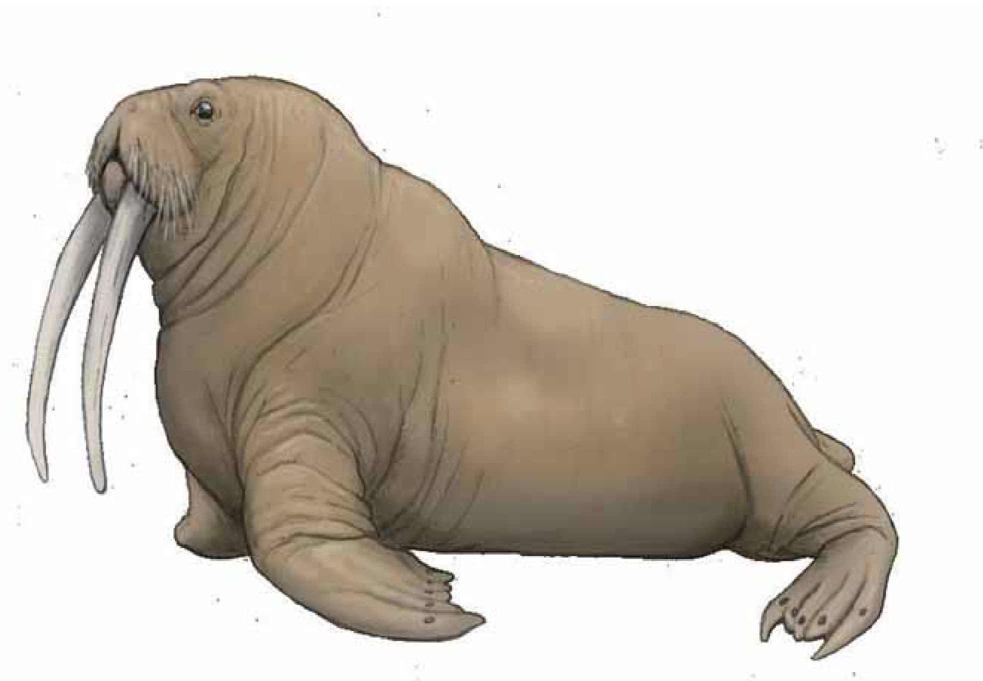
鳍脚类动物中除了海狮科、海豹科，还有海象科动物。海象既能像海豹一样用后肢游泳，也能像海狮一样后肢前屈，用四肢在陆地上移动，可以说是一种介于海狮与海豹之间的动物。



海狮科



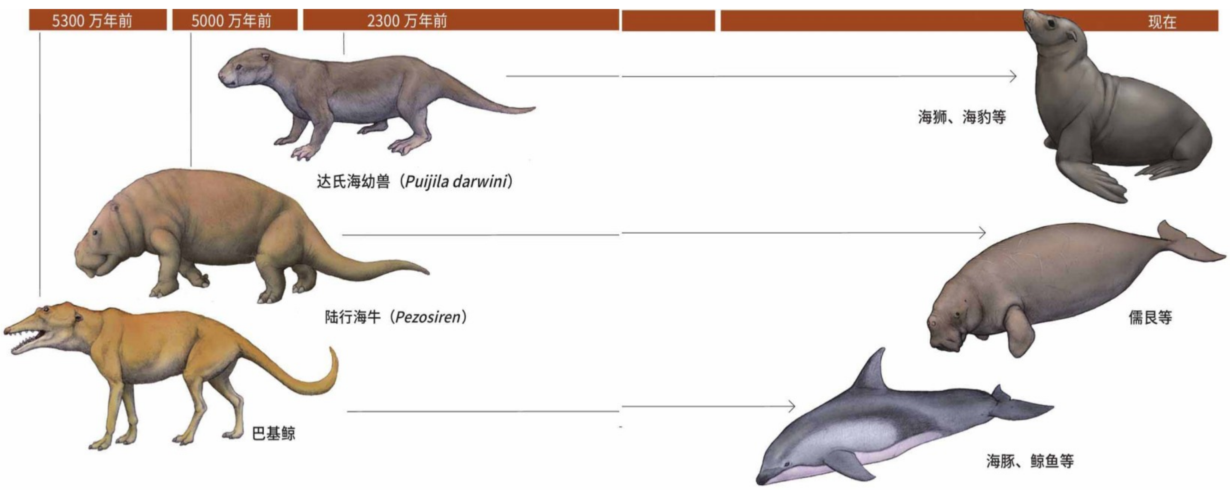
海豹科



海象科

▪ 演化 四足行走的海狮祖先

除了海狮等鳍脚类动物外，鲸鱼、儒艮等也是海洋哺乳类动物。目前已发现的化石表明，海洋哺乳类动物在演化的过程中已经适应了海洋生活，而它们的祖先在长出鳍状后肢之前，是用四条腿在陆地上行走的。鲸鱼的祖先是大约5300万年前生活在陆地上的巴基鲸，而儒艮等海牛目动物的祖先是大约5000万年前生活在陆地上的陆行海牛。



于是，人们想当然地认为海狮的祖先也曾在陆地上行走，但迄今为止尚未发现能够证明这一点的化石。然而在2007年，科学家们在加拿大北极地区的德文岛对2300多万年前形成的霍顿陨石坑进行研究时，偶然发现了有“腿”（变成鳍状肢之前）的海豹化石。据说这个被命名为“达氏海幼兽”的新物种，长着鳍脚类动物所没有的长尾巴，外观极像水獭。据推测，达氏海幼兽曾经栖息在北极地区的湖泊、河流等淡水区域，因为当时那里还比较温暖。后来气候发生急剧变化，湖水因气温降低而结冰，为了找到新的生存环境，达氏海幼兽才逐渐走向海洋。在此之前，学界普遍认为鳍脚类动物的演化发生在北美洲的西北海岸，但在北极地区发现的达氏海幼兽化石推翻了这一说法。

河马

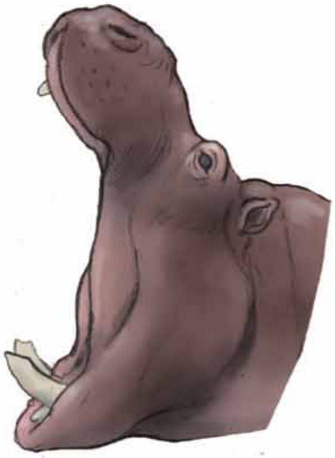
Hippopotamus

看似性情温和的河马，实则喜怒无常，凶残好斗，还有着很强的地盘意识。它们会张开大嘴，用锋利的獠牙向对手示威。通常人类嘴巴张开的角度是30度左右，而河马可以达到150度。

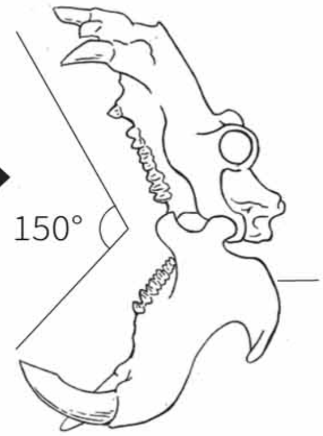


河马人

河马人变身法



河马



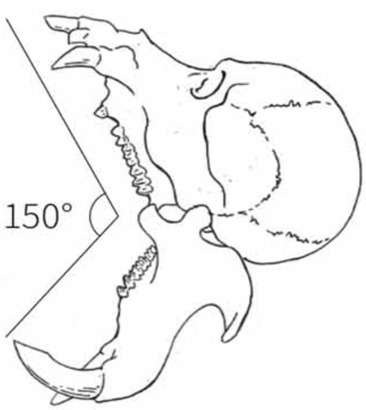
颌关节位于颅骨非常靠后的位置，发达的颌骨和肌肉使河马可以张开 150 度的大嘴

河马的骨骼

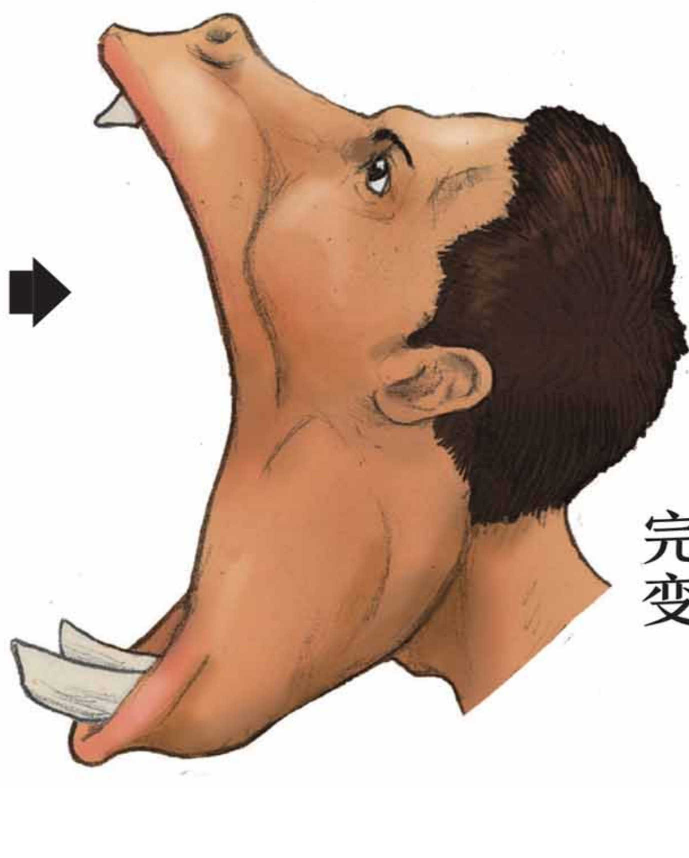




人类颌部的活动范围最大不超过 30 度



把颌骨变大且朝前突出，将其活动范围扩大到 150 度



完成变身！

▪ 结构 蠢萌外表下的强悍体格

河马的脸看起来圆润温厚，但若观察它的头骨骨架，我们会发现里面有长达50厘米的巨型獠牙，这足以警告敌人三思而后行。

正因其具有迷惑性的外表，我们也很难想象河马是一种喜怒无常的凶残动物。据说在动物界制造最多杀戮的不是狮子或鳄鱼，而是河马。河马之所以拥有超级强悍的咬合力以及大大张开的嘴巴，完全得益于它的颌部肌肉，河马甚至可以将鳄鱼的身体咬成两段。不过，河马到底是草食性动物，还得靠臼齿来咀嚼。

河马白天在水中度日，夜晚上岸吃草，有报道称，它们也会吃斑马等动物的尸骸。一组拍摄河马捕食黑斑羚，并与小伙伴一起分享的视频曾引起很大的轰动。

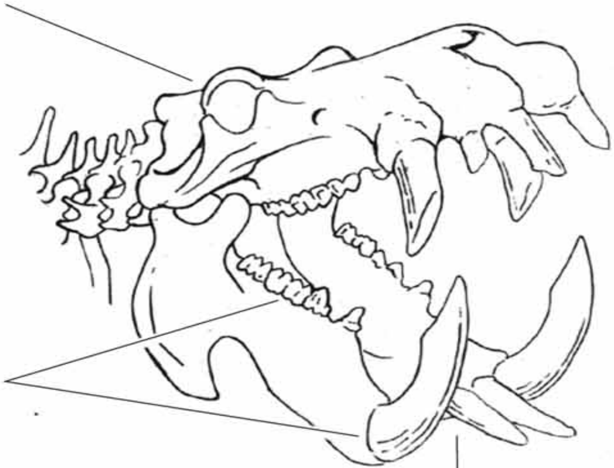
别看河马身体圆滚滚的，长着四条小短腿，一副不善奔跑的模样，但据说它们在陆地上的奔跑速度可达到每小时40千米。观察河马的四肢骨骼可以发现，与身体相比，它们的四条腿竟然显得很长。除此之外，河马的脚跟与马类、犬类一样，比人类抬得高，具备了善于奔跑的足型。如此看来，再也没有比河马更“表里不一”的动物了吧。

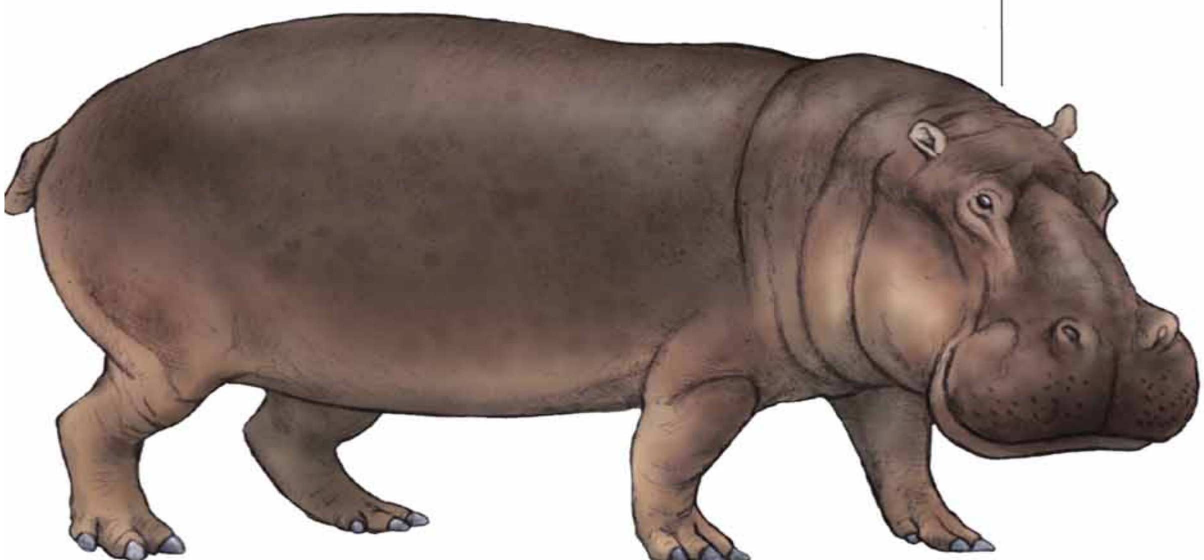
河马的眼睛

眼睛位于头骨上方；潜在水中时，河马只需露出眼睛和鼻子就能洞察陆地上的一切

河马的牙齿

不用最前面的巨型獠牙咀嚼，而是用靠里面的臼齿咀嚼







河马的脚

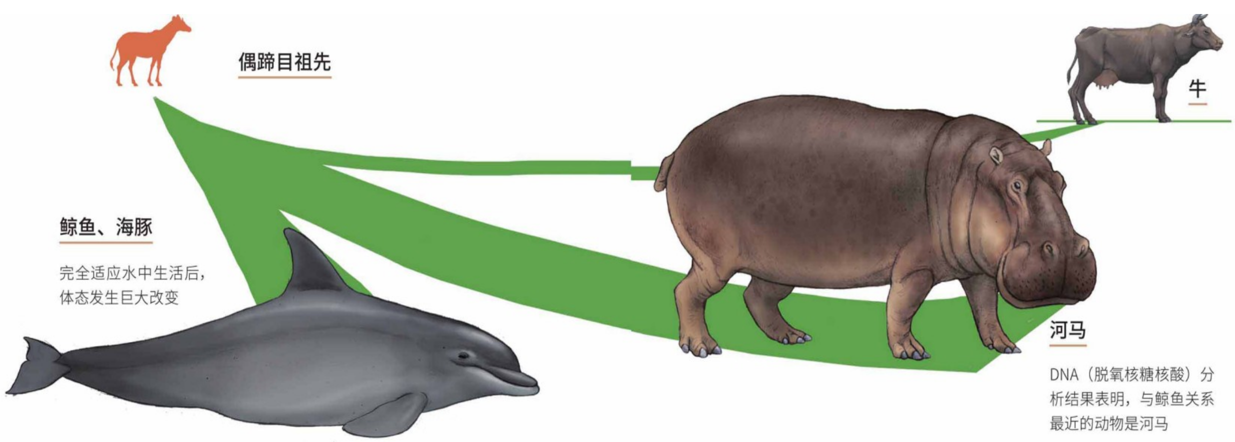
河马大多数时候都待在水里，不需要长时间用脚来支撑身体。因此，与大象等大型陆地动物相比，河马的四肢较为短小

■ 演化 令人意外的祖先

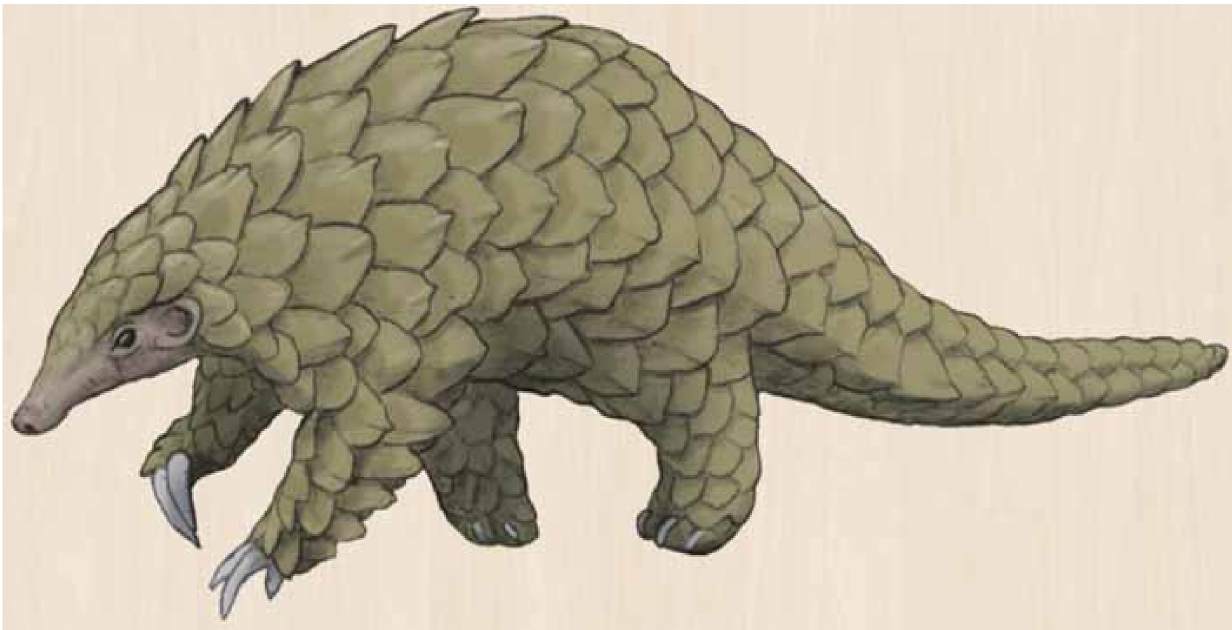
除了从外观上无法想象河马的“真”性情，我们还发现另一个让人大跌眼镜的真相：近年来的遗传基因分析表明，河马和鲸鱼有着很近的亲缘关系。

河马与牛、骆驼、长颈鹿一样，都属于偶蹄目动物。偶蹄目动物的四足通常各有四趾或两趾。不过也有观点认为鲸鱼同样属于偶蹄目，于是便有了“鲸蹄目”这一新类别。

很难想象河马和鲸鱼会是近亲，但如果追溯到鲸鱼的祖先，我们会发现，大约在5300万年前，它们与牛、河马一样，都是用四足行走的动物。（参见P106~107）用四足行走的鲸鱼祖先，在走向水中生活的演化过程中改变了模样。大部分时间在水里度日的河马，身体结构变得同样适合水边生活，它们的眼睛和鼻子长在头顶，方便露出水面；而鲸鱼的四肢和尾巴变成了鳍，身体变得完全适应了水中生活，因此外观才与牛或河马完全不同。由此可见，即便动物之间有着很近的亲缘关系，但在演化过程中，为了适应各自的生活环境，它们的模样也会变得截然不同。



动物小知识3 体毛



穿山甲 鳞片可以入药，因此在亚洲、非洲等地区很受欢迎，经常遭遇非法猎杀。



非洲冕豪猪（*Hystrix cristata*）背部和尾部有着长而坚硬的棘刺，用于威慑外敌。遇到敌人时，它们甚至可以竖起棘刺，倒退着攻击对方。

以体毛特化作为武装的动物

体表长有体毛是大多数哺乳动物共有的特征，通常体毛有保持体温、保护皮肤等功能。还有一些动物会利用经过特化的体毛作为保护自己的武器，例如豪猪，它们的背后长满了尖锐而细长的棘刺。经过特化的体毛变成了坚硬的棘刺，甚至可以刺穿橡胶长靴。除此之外，长相类似犰狳的穿山甲全身都被硬质鳞片覆盖，这也是体毛特化的一

种。和犰狳一样，穿山甲身上的鳞片也是它们的“铠甲”。只不过穿山甲的鳞片更尖锐，有时它们还会用来回甩尾的方式攻击敌人。

第4部分 鸟类

鸟

Bird

鸟类在空中飞翔时需要奋力拍打翅膀，这可以说是一项剧烈运动，因此它们用来扇动翅膀的胸肌特别发达。通过观察鸟类的骨骼，我们还会发现，它们用来支撑胸肌的胸骨同样很强大。为了能够轻松地在空中飞翔，鸟类不得不减轻体重，而在这种情况下，胸肌是它们唯一无法割舍的部分。

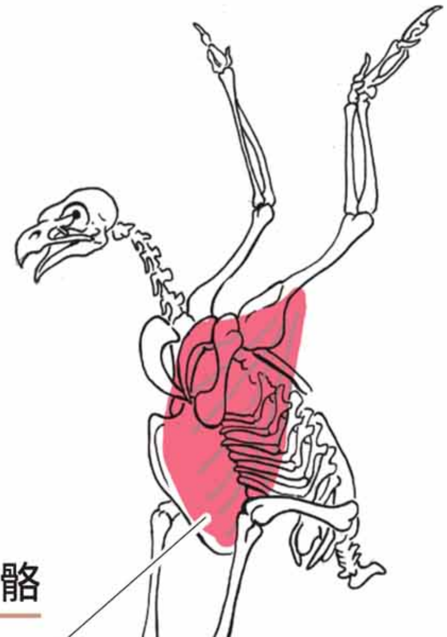

如果人类有这样的身体结构……

鸟人

鸟人变身法



鸟（鹰）



鸟类的骨骼

拥有大块板状胸骨和龙骨突，用来支撑拍打翅膀时用到的肌肉



人类可以通过健身来增大胸肌



让锁骨前突，使胸肌变得超乎寻常地发达

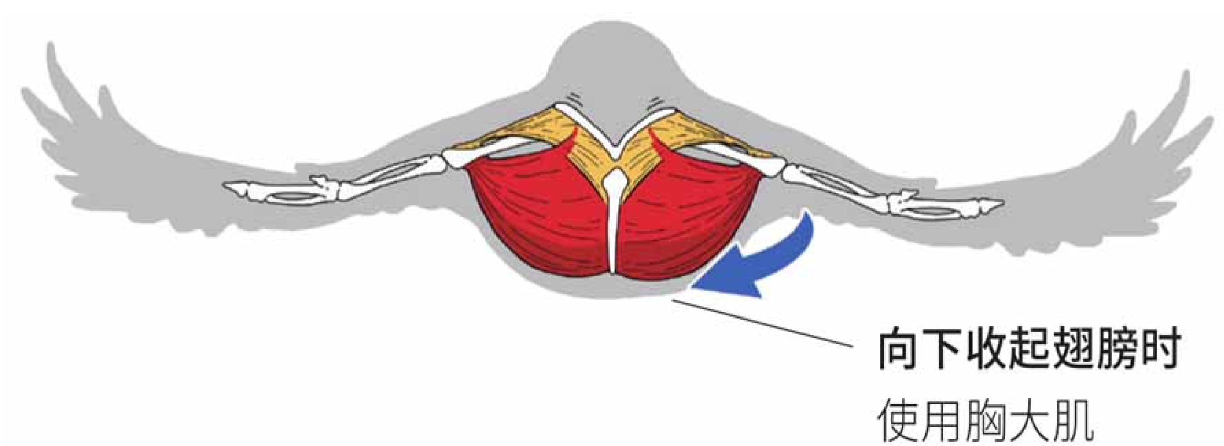
▪ 结构 控制翅膀的胸肌

我们在家做菜时常用的鸡肉是鸡胸肉（分为鸡大胸肉和鸡小胸肉）和鸡腿肉，而鸟类控制翅膀上下运动靠的就是胸大肌和胸小肌。鸟类的胸大肌就是所谓大胸肉，这部分肌肉用于向下收起翅膀。**图❶**

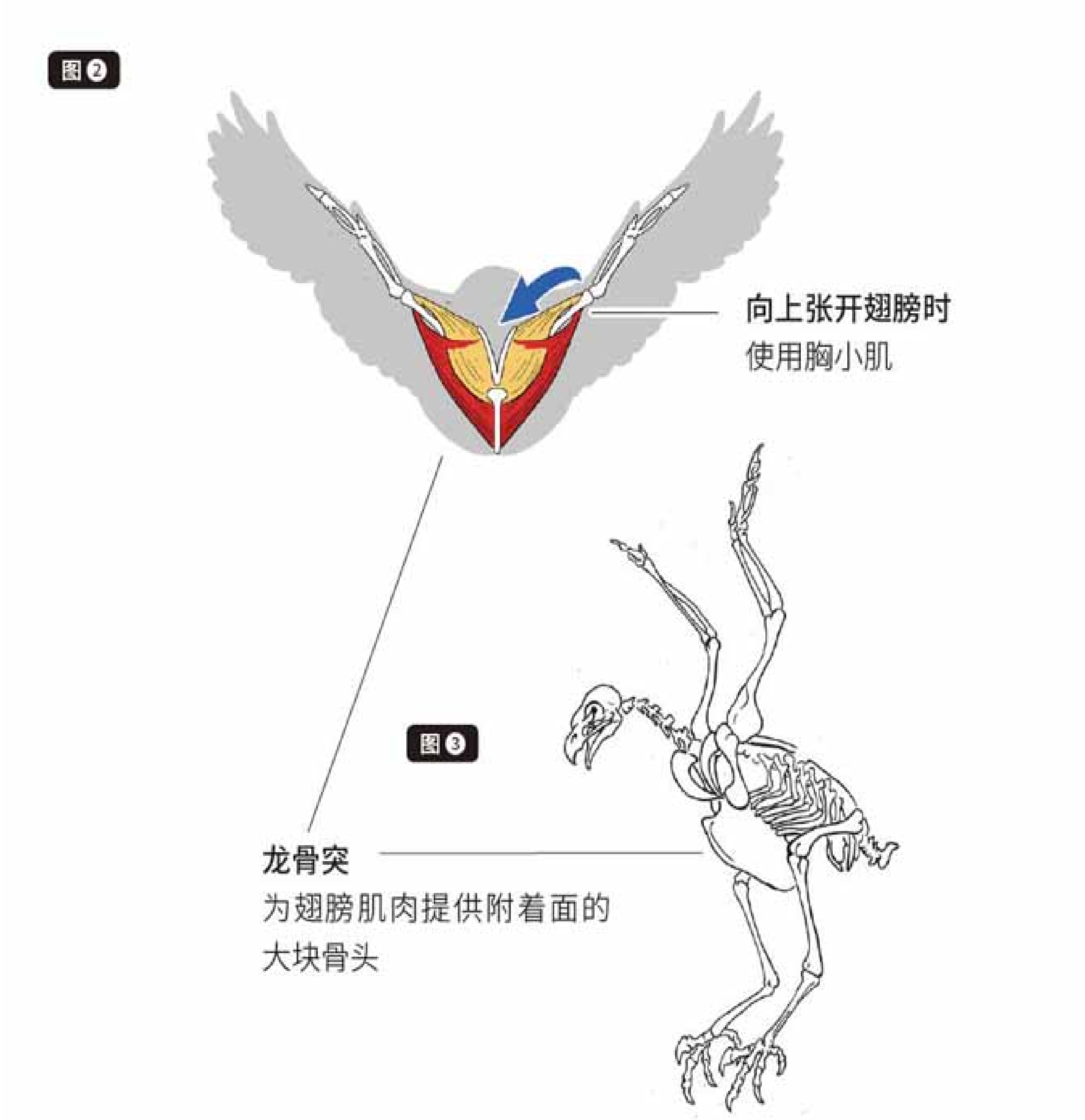
而长在胸大肌内侧的胸小肌，也就是所谓小胸肉，使鸟类能够向上张开翅膀。**图❷**这两部分肌肉相互作用，构成了翅膀拍下和扬起的完整动作。在空中飞翔的鸟类通常要持续上下扇动翅膀，这绝对是个体力活，因此它们用来完成这个动作的胸大肌和胸小肌十分发达。

为了能够轻松地飞翔，鸟类需要尽量减轻体重，因此它们的很多骨片融合在一起，而且鸟类的骨头是空心的。但由于要支撑飞翔所需的肌肉，它们又必须具备强壮的骨骼。因此，鸟类拥有一套特殊的骨骼结构，以此来支撑那些发达的肌肉。我们人类锁骨下方的胸骨是一小条长形扁骨，而鸟类的胸骨腹面正中有一块纵向的脊状突起，叫作龙骨突。**图❸**龙骨突和发达的胸肌让鸟类的胸部明显突起，看上去就像人们常说的“鸡胸”[1]。

鸟类如何拍打翅膀



图❶



注释：

[1]因佝偻病等形成的畸形胸骨，因胸骨突出像鸡的胸脯，所以叫鸡胸。——编者注

■ 演化 最早的鸟类—始祖鸟

大约1.5亿年前，地球上首次出现了一种被我们称作“鸟”的动物，它就是始祖鸟。1861年，始祖鸟化石发现于德国南部一个著名的化石产地，这正好是在查理·达尔文发表《物种起源》的两年之后。《物种起源》的出现使演化论的思想渗透到各个领域，彻底颠覆了一直以来以“神创论”为主流的价值观。同一时期发现的始祖鸟化石保留了清晰的羽毛和翅膀痕迹，乍看似鸟，但又具有爬行类动物的特征，比如长着牙齿和长尾巴。



始祖鸟“伦敦标本”

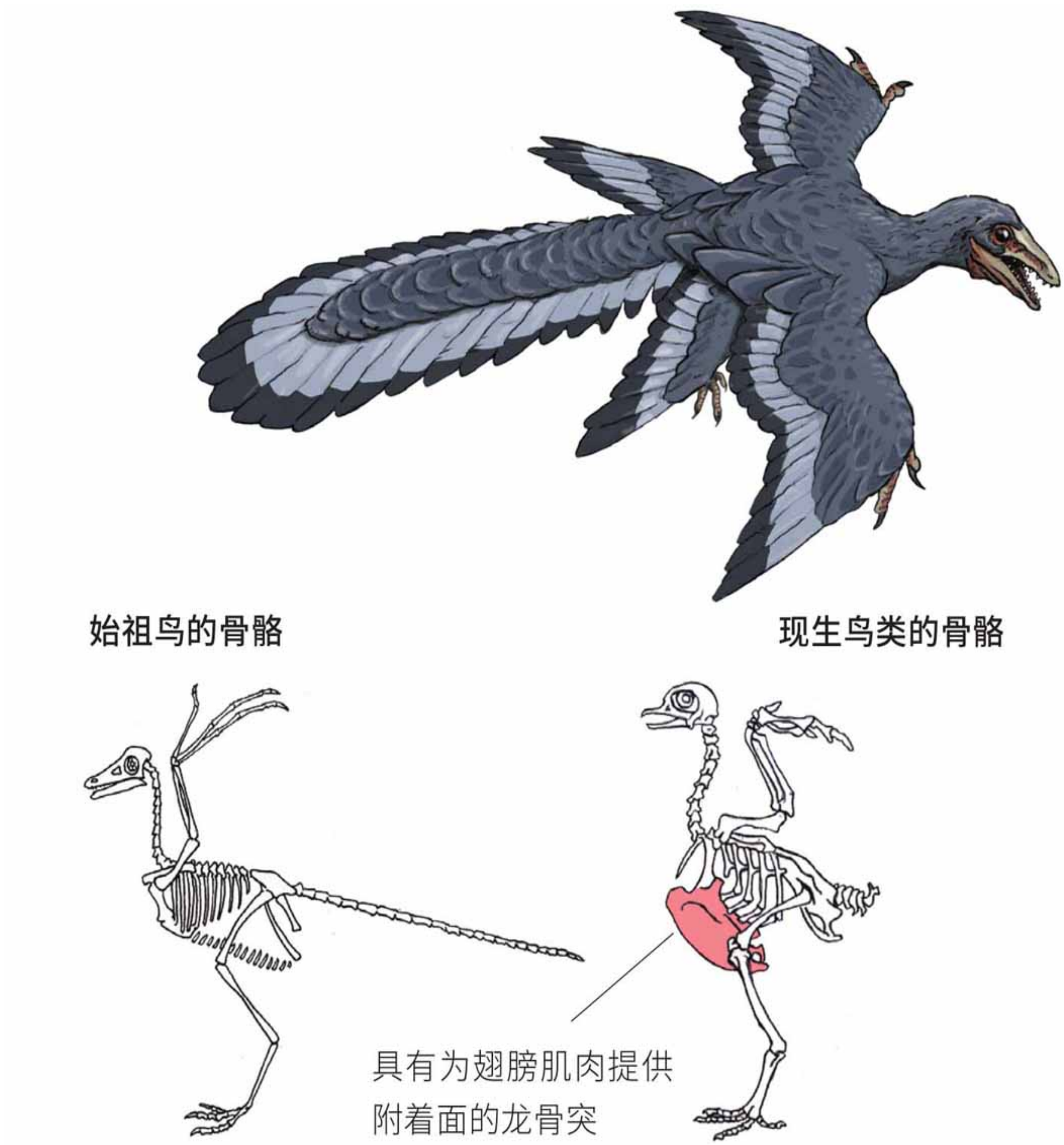
1861 年首次发现的始祖鸟化石



始祖鸟“柏林标本”

1877 年发现的更加完整的始祖鸟化石

图❶



图❷ 始祖鸟复原图

具有双重特征的始祖鸟化石，应该是介于爬行类和鸟类之间的一种过渡型动物的化石，这恰恰为生物演化论提供了强有力的证据。**图❶**

尽管始祖鸟拥有和鸟类一样的大翅膀，但据说它们并没有足以支撑飞翔的胸肌，这是因为始祖鸟的骨骼结构中没有龙骨突。新近的研

究表明，算上后肢尾翼（类似爬行类动物的长尾），始祖鸟共有5个长着羽毛的翅翼。尽管始祖鸟无法靠拍打翅膀来飞翔，但张开5个翅翼后，它们也能像滑翔机那样从高处滑翔至低处。**图❷**

火烈鸟

Flamingo

动物园里的火烈鸟有着极长的细腿，想必大家一定对此很有画面感。可是你知道吗，火烈鸟露出的“筷子腿”仅仅是膝盖以下的部分，并不是整条腿。而我们看到的可屈伸的关节其实相当于火烈鸟的脚踝，它们真正的膝盖被羽毛遮盖，从外面无法看到。火烈鸟总是保持着屈膝状态，相比于膝盖以下的部分，它们的大腿要短得多。


如果人类有
这样的身体
结构……

火烈鸟人

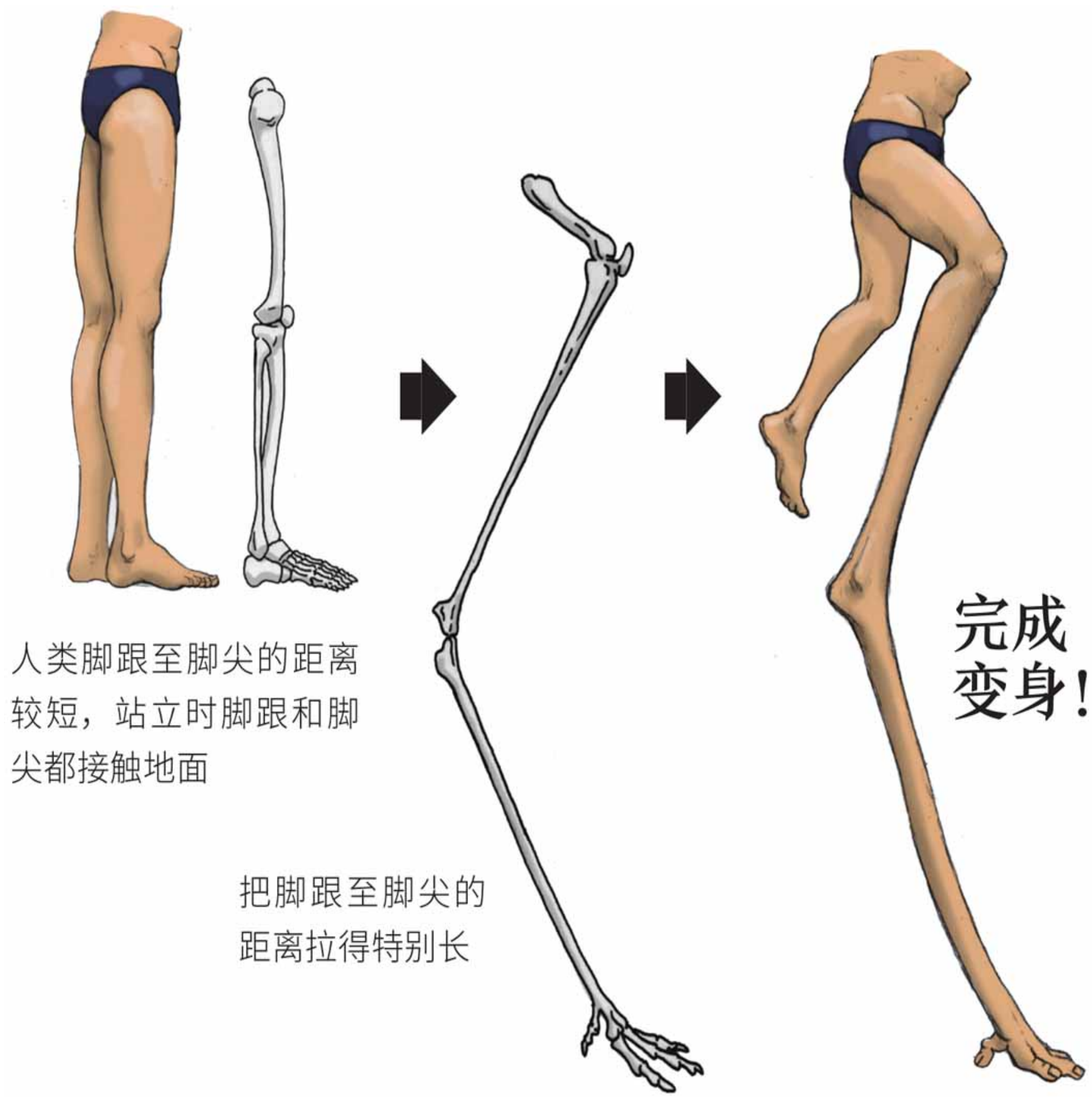
火烈鸟人变身法



火烈鸟



火烈鸟的骨骼

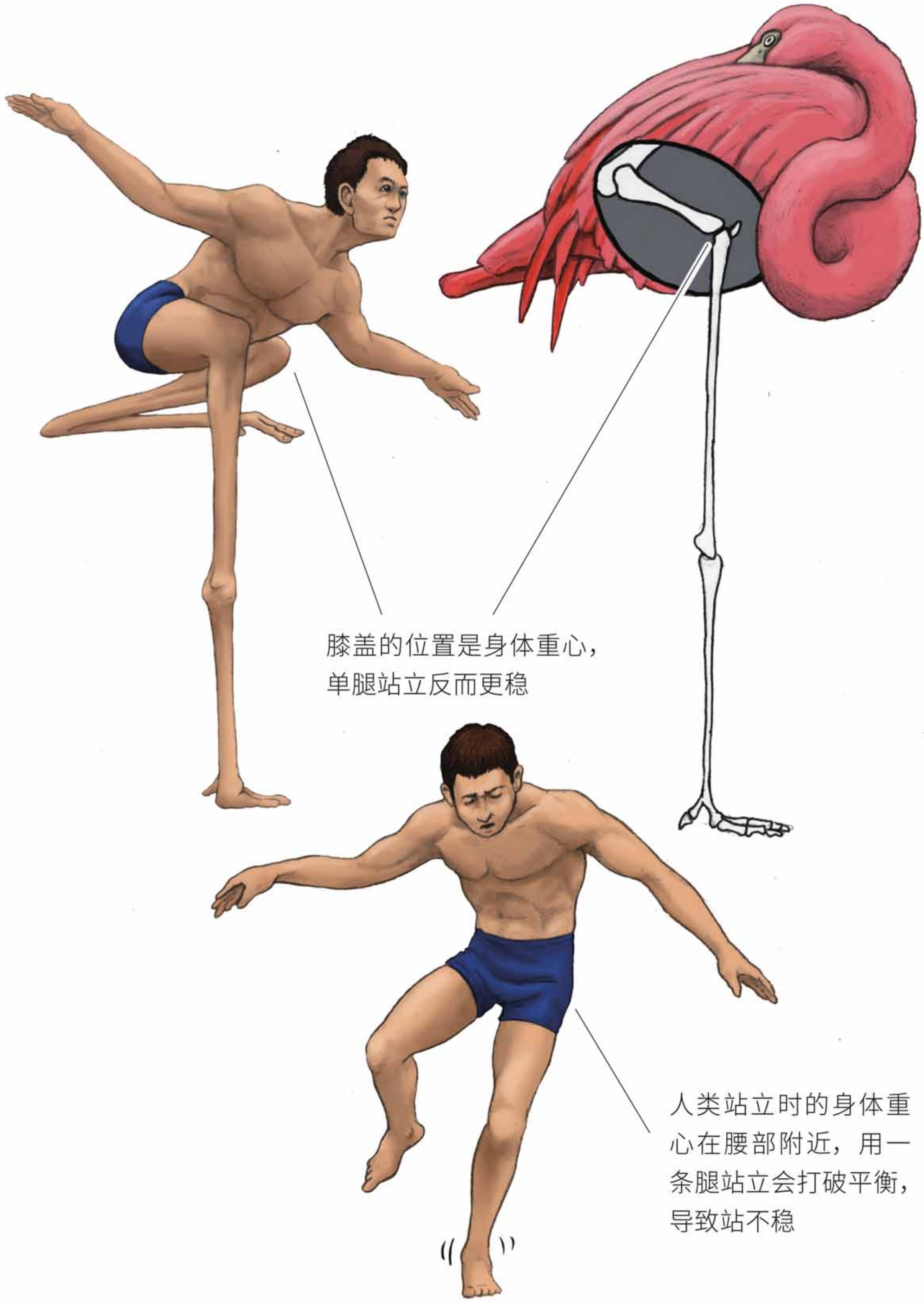


▪ 结构 单腿站立的原因

火烈鸟喜欢群居生活，常常会有成千上万只火烈鸟栖息在咸水湖、碱性湖或沼泽地带。我们都知道火烈鸟总是交替着叠起一条腿，保持单腿站立的姿势，甚至可以用一条腿站着睡觉。至于它们为什么单腿站立，理由众说纷纭。其中一种说法是，相比于双腿站立，单腿站在水中更容易保存体温；另一种说法是，轮换着用一条腿站立会比较省力。但无论“保暖说”还是“省力说”都只是假设，并未得到证实。

为了揭开火烈鸟这一习性的奥秘，来自美国佐治亚理工学院和埃默里大学的两位研究者解剖了火烈鸟并对其骨骼结构进行了研究。他们发现，火烈鸟单腿站立时，重心会自然地落在另一条腿弯曲的膝盖位置，这种关节锁定机制使火烈鸟单腿站立时更能保持身体平衡。

如果我们闭起双眼，只用一条腿站立，在这种情况下会很难保持平衡。而对火烈鸟来说，情况正好相反，特殊的身体构造使它们在用一条腿站立时反而站得更稳。



膝盖的位置是身体重心，
单腿站立反而更稳
人类站立时的身体重
心在腰部附近，用一
条腿站立会打破平衡，
导致站不稳



鹳

由于体形相似，很容易被认为是火烈鸟的近亲，实则不然

▪ 演化 最新发现的亲戚

近年来，科学家利用分子系统学[1]对鸟类的分类进行了大规模的梳理和修正。分子系统学的研究前提是DNA在生物演化过程中会以一定的速度发生变化，从而发现遗传信息中的错误，追溯生物的演化和历史渊源。学界普遍认为物种之间遗传信息的差异越小，它们的关系越近。比如，人类和大猩猩的遗传信息差异极小，这表示两者的亲缘关系非常近。

由于火烈鸟和鹳体形相似，人们一直以来都认为它们是近亲。但从分子系统学的研究来看，结果并非如此，火烈鸟倒是和一种名为小鸊鷉的水鸟有着亲缘关系。小鸊鷉没有火烈鸟那样细长的脖子和腿，外形很像鸭子，是一种擅长潜水的鸟类，但它们大部分时间都漂浮在水面上。小鸊鷉的特征之一是两只脚都位于身体后侧，可以用力划水。尽管这有助于在水中获得很大的推动力，但站在地面时，小鸊鷉很难保持平衡，所以它们很少走路。



光从这一点来看，小鸊鷉和可以用一条腿站着睡觉的火烈鸟就有着天壤之别。小鸊鷉和火烈鸟各有各的特点，在生活方式和外形上有着很大差异，但即便如此，它们依然有着很近的亲缘关系。由此可见，鸟类的演化过程似乎十分复杂。

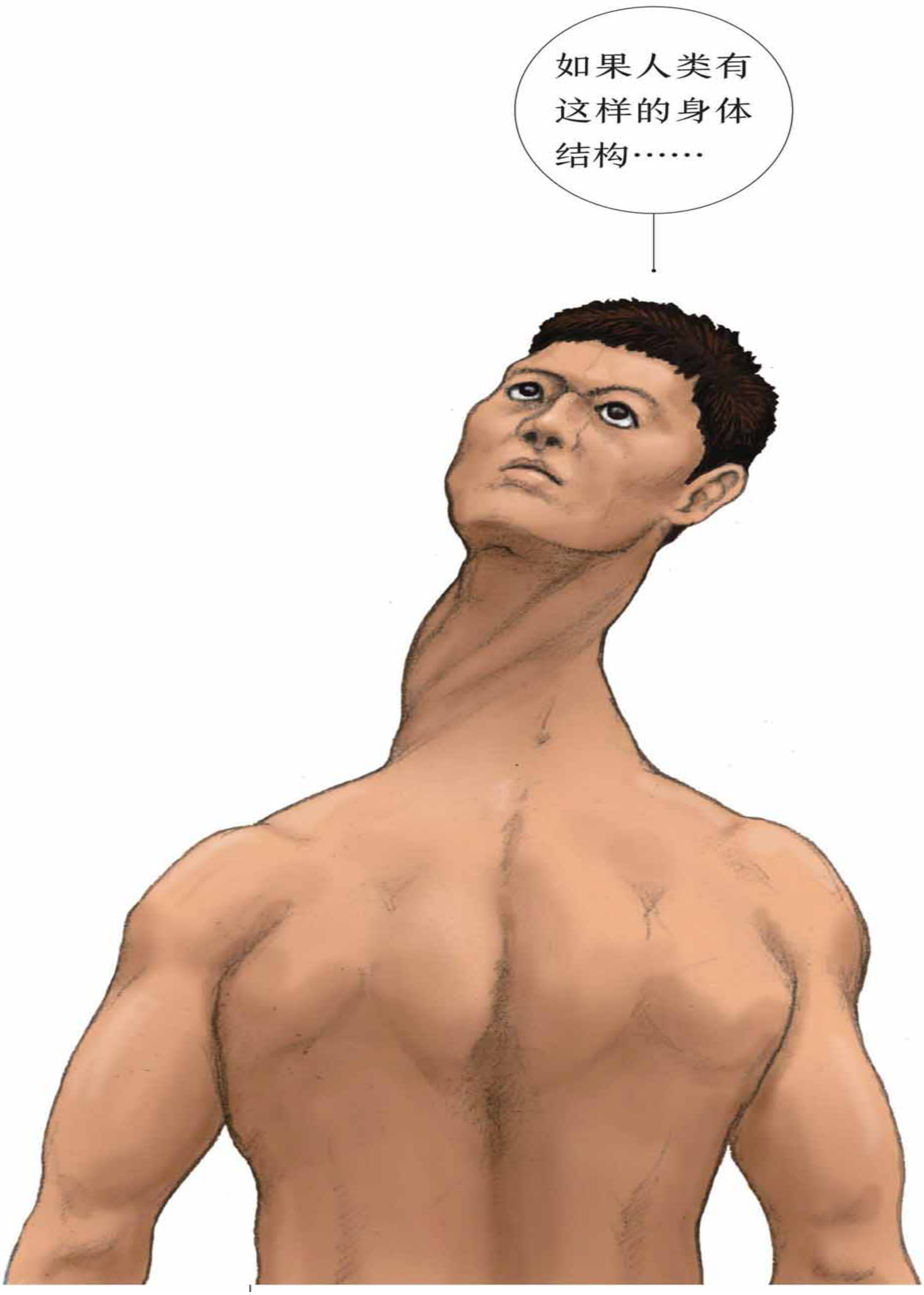
注释：

[1]分子系统学通过对生物大分子（蛋白质、核酸等）的结构、功能等的演化研究，来阐明生物各类群（包括已灭绝的生物类群）间的谱系发生关系。——编者注

猫头鹰

Owl

人类有7块颈椎骨，而猫头鹰有14块，是人类的2倍之多。颈椎骨和关节的增多能够提高脖子的柔韧度与灵活性，脖子的活动范围自然也就变大了。人类脖子的活动范围大概是180度，而猫头鹰脖子的活动范围竟然可以达到270度。


如果人类有这样的身体结构……

猫头鹰人

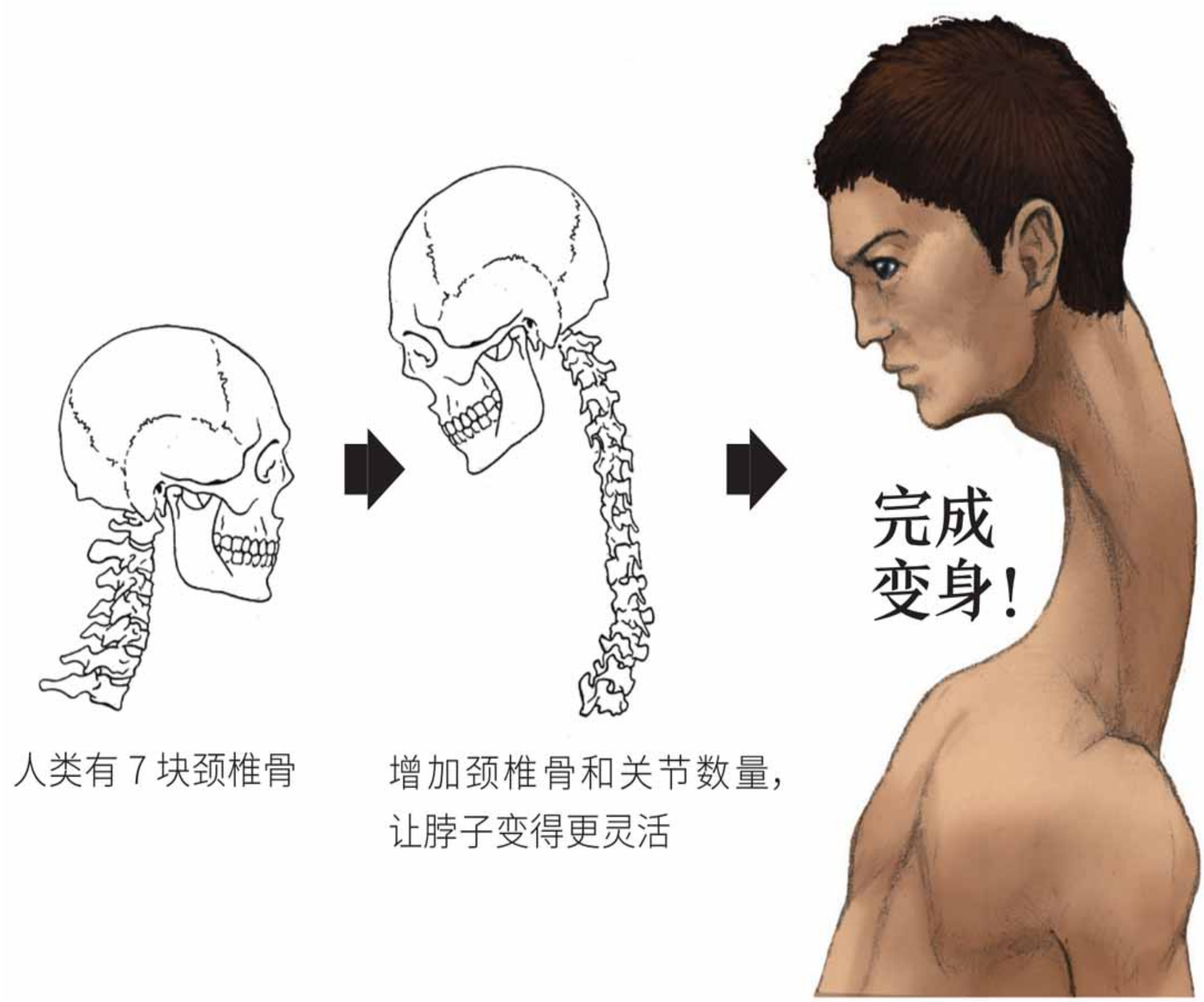
猫头鹰人变身法



猫头鹰



猫头鹰的骨骼

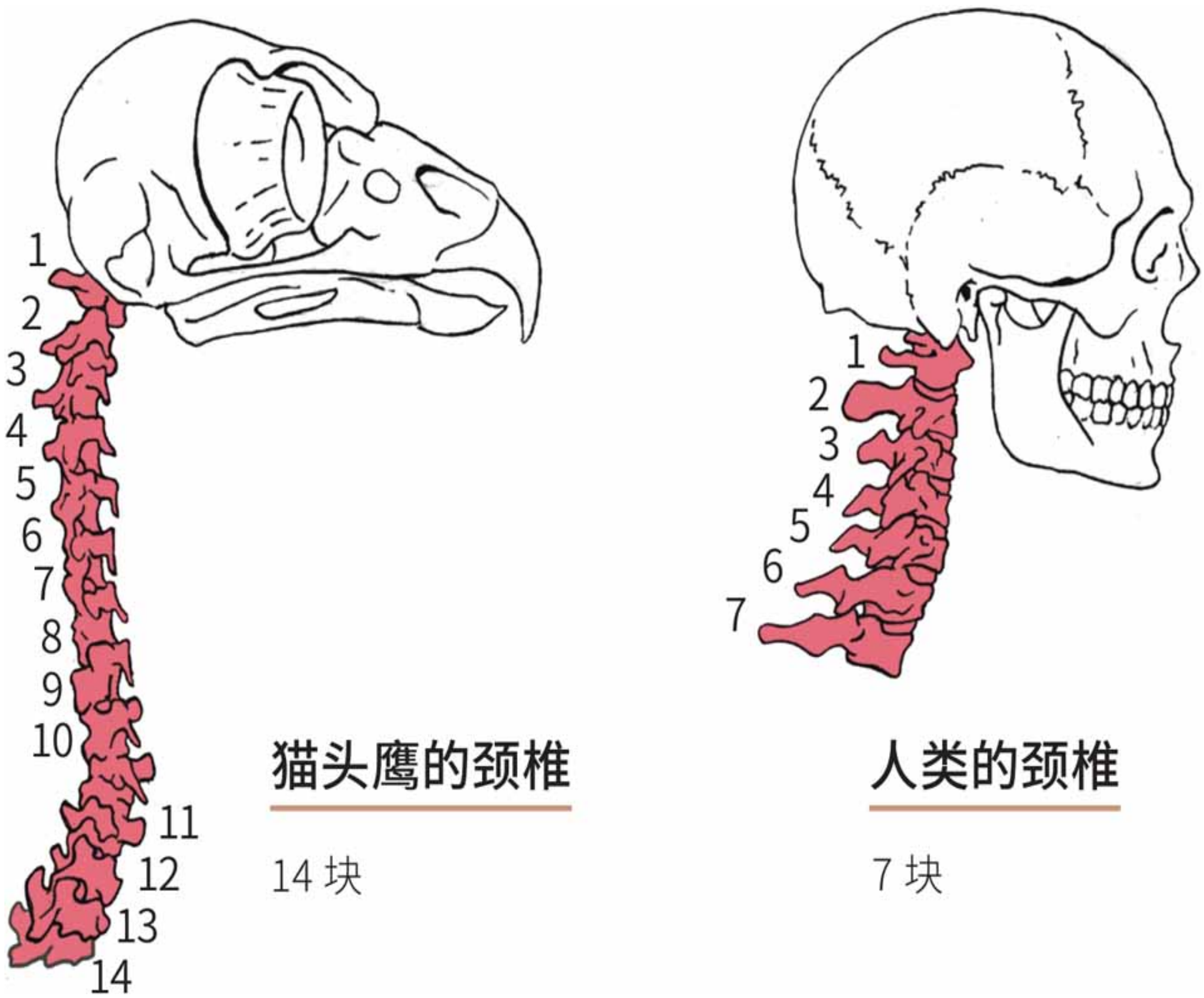

人类有 7 块颈椎骨
增加颈椎骨和关节数量，
让脖子变得更灵活
完成
变身！

▪ 结构 不停转动脖子的原因

猫头鹰的颈椎骨数量是人类的2倍，**图❶**特殊的颈椎结构使得猫头鹰的脖子十分灵活，头部的可活动范围大大增加，甚至可以转到身后。灵活的脖子让猫头鹰练得一手了不得的扭头绝技，能够轻而易举地完成一些高难度动作。通常情况下，猫头鹰会不停地转动脖子，这是因为它们需要用眼睛和耳朵全方位观察四周的情况。

绝大多数鸟类的眼睛都长在头部两侧，而猫头鹰与人类或其他肉食性动物（比如猫）一样，两只眼睛都朝向前方。猫头鹰既可以用双眼较为立体地观察事物，也可以用一只眼看世界。但由于它们的管状眼球固定在眼窝内，无法单独转动，所以为了看清楚周围状况，猫头鹰只能不停地转动灵活的脖子。

然而，堪称夜行性动物的猫头鹰，觅食时靠的不是眼睛，而是耳朵。猫头鹰左右不对称的耳部结构在动物界实属罕见，无论是耳孔位置还是朝向都不对称。**图❷**因此，猫头鹰的左右耳听到声音的时间和强弱就会不同，并且两只耳朵接收声音的方式也不一样。猫头鹰时常扭动脖子的习惯动作，其实就是在不停地调整左右耳的角度，找出声源位置并估算到达那里的距离。有了这对与众不同的耳朵，猫头鹰甚至可以在漆黑的环境中仅凭声音就准确地找出老鼠等猎物的位置。



图❶



图❷

■ 演化 曾经会奔跑的巨型猫头鹰

猫头鹰家族几乎都是“夜猫子”，但也有个别物种会在白天出来觅食，那就是穴小鸮。**图❶**穴小鸮生活在辽阔的北美大草原上，它们时而用两条小长腿在地面来回奔跑，时而待在地下的巢穴中悠闲度日，这与家族中其他猫头鹰的生活方式完全不同。尽管名字中有个“穴”字，但穴小鸮很少打洞为巢，而是将草原土拨鼠遗弃的洞穴“旧屋翻新”，作为自己的新窝使用。



图❶ 穴小鸮（Athene cunicularia） 广泛分布于北美地区，会飞，但基本以站立行走为主，是猫头鹰家族中少数会在白天行动的家伙

很久以前，猫头鹰家族中有一种长相类似穴小鸮的奇葩祖先——古巴巨鸮（*Ornimegalonyx oteroi*）。图❷古巴巨鸮曾经栖息在加勒比海中的古巴岛，岛上面积大约只有日本本州的一半大小。



图❷ 古巴巨鸮 身高可达1米的巨型猫头鹰，曾在没有肉食性动物的古巴岛上称霸一方

古巴岛与大陆远离，形成了非常独特的生态环境，岛上的哺乳类动物只有一些鼠类或小型地懒，没有像狼这样的肉食性动物。在整个猫头鹰家族中，古巴巨鸮如同巨人一般存在，它们的外形和穴小鸮相似，但站立时身高竟然达到1米；不过它们的翅膀很小，很难在空中飞行，这是因为支撑鸟类飞翔的龙骨突在古巴巨鸮身上并不发达。一种可能的情况是，在没有肉食性动物的岛上，古巴巨鸮取代了狼的角色在地面上来回奔跑，对地懒或鼠类等弱小动物发起攻击，从而成为岛上的顶级掠食者。

企鹅

Penguin

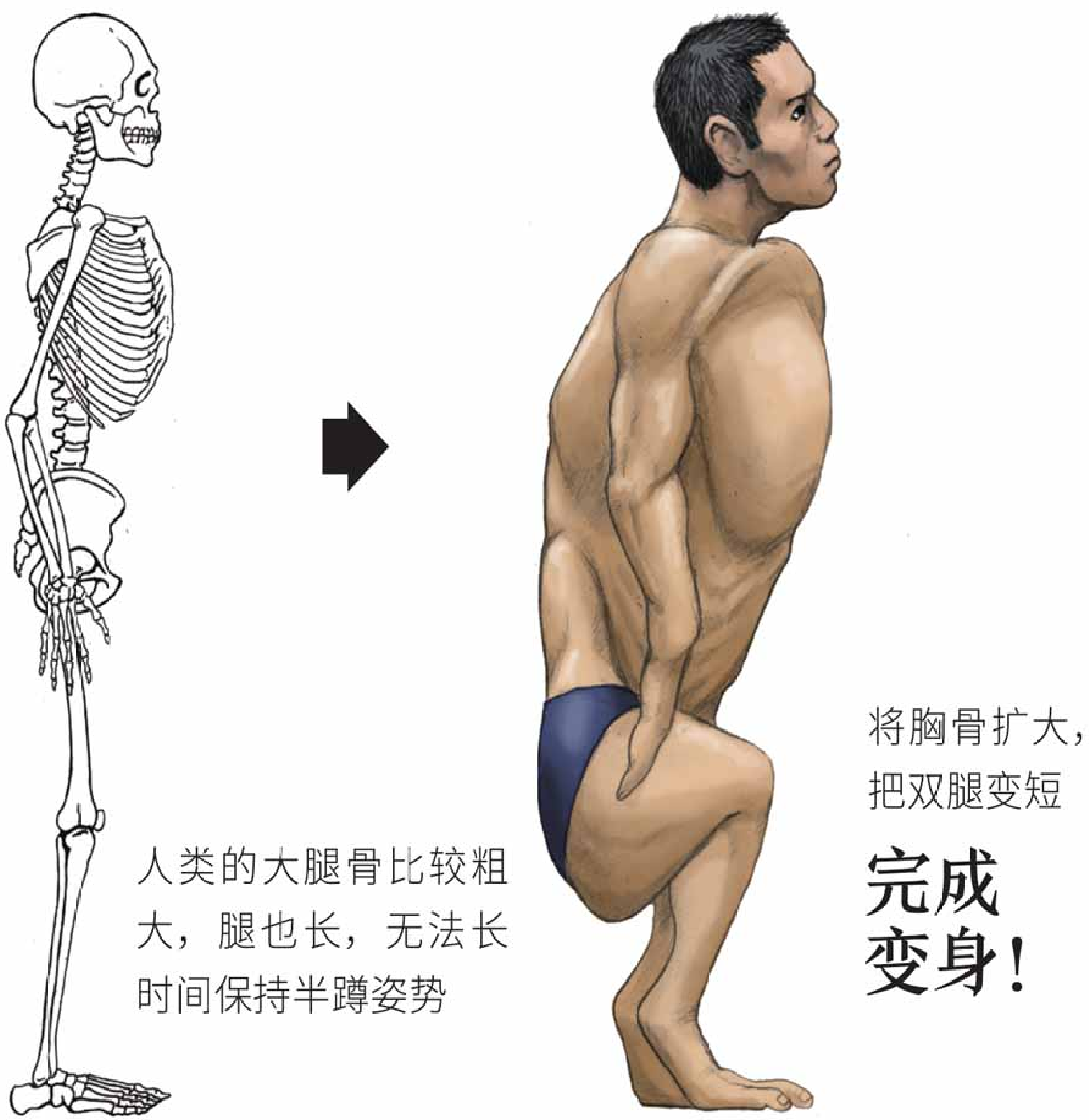
与其他鸟类相比，企鹅走起路来样子憨态可掬，但至少它们看上去像人类一样，在用两条腿直立行走。然而这只是表象，企鹅藏在羽毛背后的两条腿其实是弯曲的，而始终保持屈膝状态的大腿也无法伸直。



企鹅人

企鹅人变身法


基本上保持屈膝状态，只不过腿被羽毛遮住，看起来像是在直立行走
虽然企鹅不会飞，它们的龙骨突却十分发达
企鹅
企鹅的骨骼

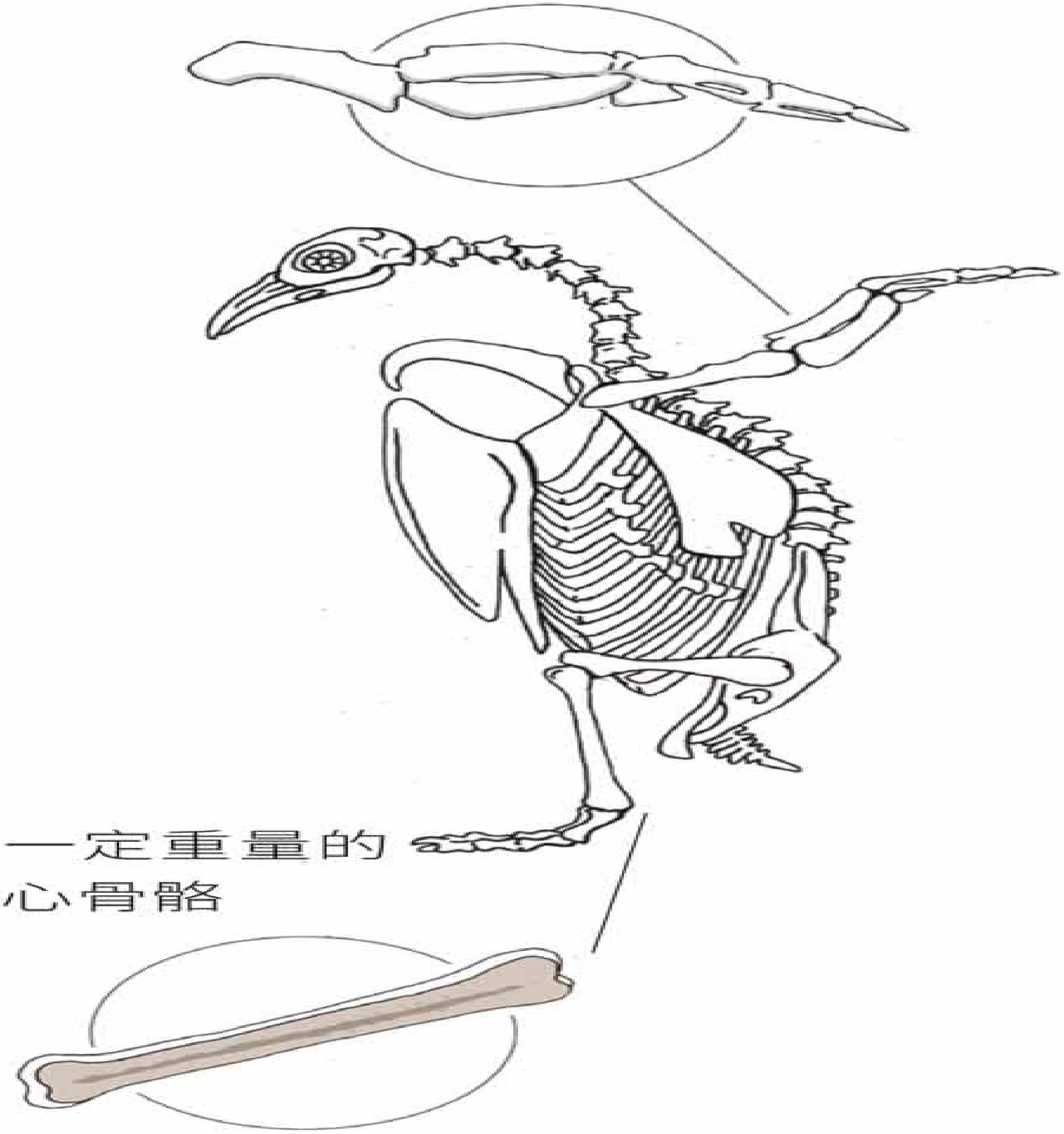

人类的大腿骨比较粗
大，腿也长，无法长
时间保持半蹲姿势
将胸骨扩大，
把双腿变短
完成
变身！

▪ 结构 适应水中生活的骨骼

为了在空中飞翔，鸟类必须减轻体重。一整套超强的消化系统、替代牙齿的角质喙，以及没有存储尿液的膀胱等，都有助于鸟类减轻自身的体重，但功劳最大的莫过于它们特殊的骨骼结构。鸟类用来支撑身体的骨骼结实而轻便，骨腔内中空，有韧性却不失强度，很多骨片结合在一起，为肌肉提供强有力的支撑。

而企鹅是一种大部分时间都待在水中而不在空中飞翔的鸟类，因此它们不需要减轻骨骼重量。况且中空的骨腔会产生浮力，反而会让企鹅难以潜入水中。所以企鹅与其他鸟类不同，它们的骨头是实心的，这样可以增加自身重量，更有利于潜水。

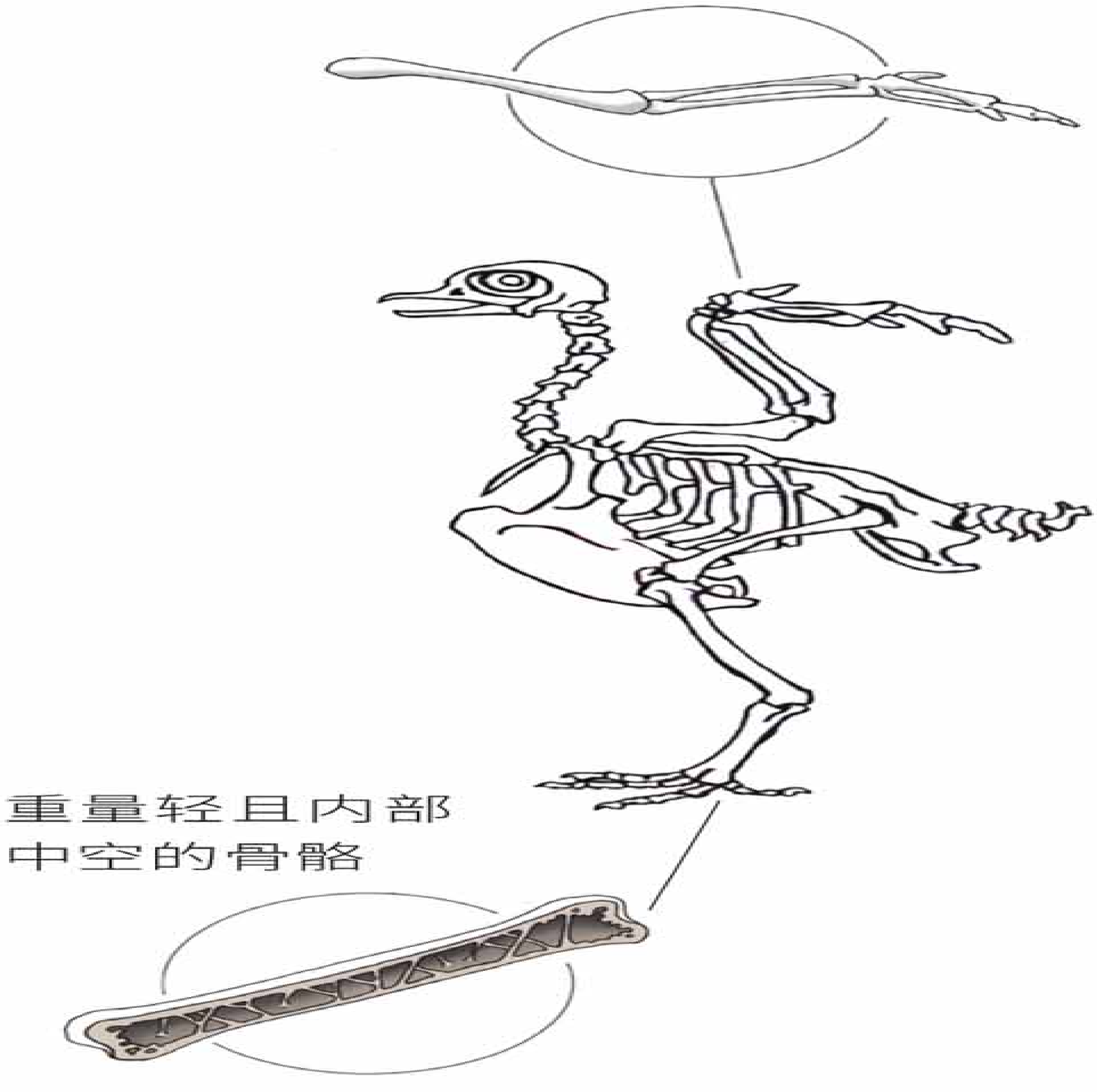
除此之外，企鹅的翅膀（前肢）也很特别——像鲸鱼和海狮那样变成了鳍状。企鹅的羽毛呈鳞片状，身体大部分关节是固定的，不可活动。依靠这种骨骼构造，企鹅在水中划动翅膀可达到每小时30千米的游速。



企鹅

拥有适合潜水的实心长骨，板状前肢对于在水中前行同样功不可没

前肢骨骼细长，关节可以自由弯曲，从而折起翅膀



其他鸟类

拥有适合在空中飞翔的空心骨骼，构成前肢的骨骼形状也很复杂

■ 演化 北半球的“古代企鹅”

目前，全世界包括帝企鹅在内的19种企鹅几乎都分布在南半球。企鹅给人的印象似乎就应该生活在冰天雪地，然而在位于赤道下方的加拉帕戈斯群岛上，竟然也有着一群企鹅，它们就是加拉帕戈斯企鹅。为什么加拉帕戈斯企鹅会生活在赤道附近？这是因为从南极一路来到这里的寒流，使位于赤道下方的加拉帕戈斯群岛气候相对寒冷，加拉帕戈斯企鹅才得以在此生存。但毕竟企鹅害怕炎热，它们似乎再也无法跨越这里，继续向北前行了。



加拉帕戈斯企鹅 生活在赤道附近的加拉帕戈斯群岛



帝企鹅 在南极大陆繁衍后代

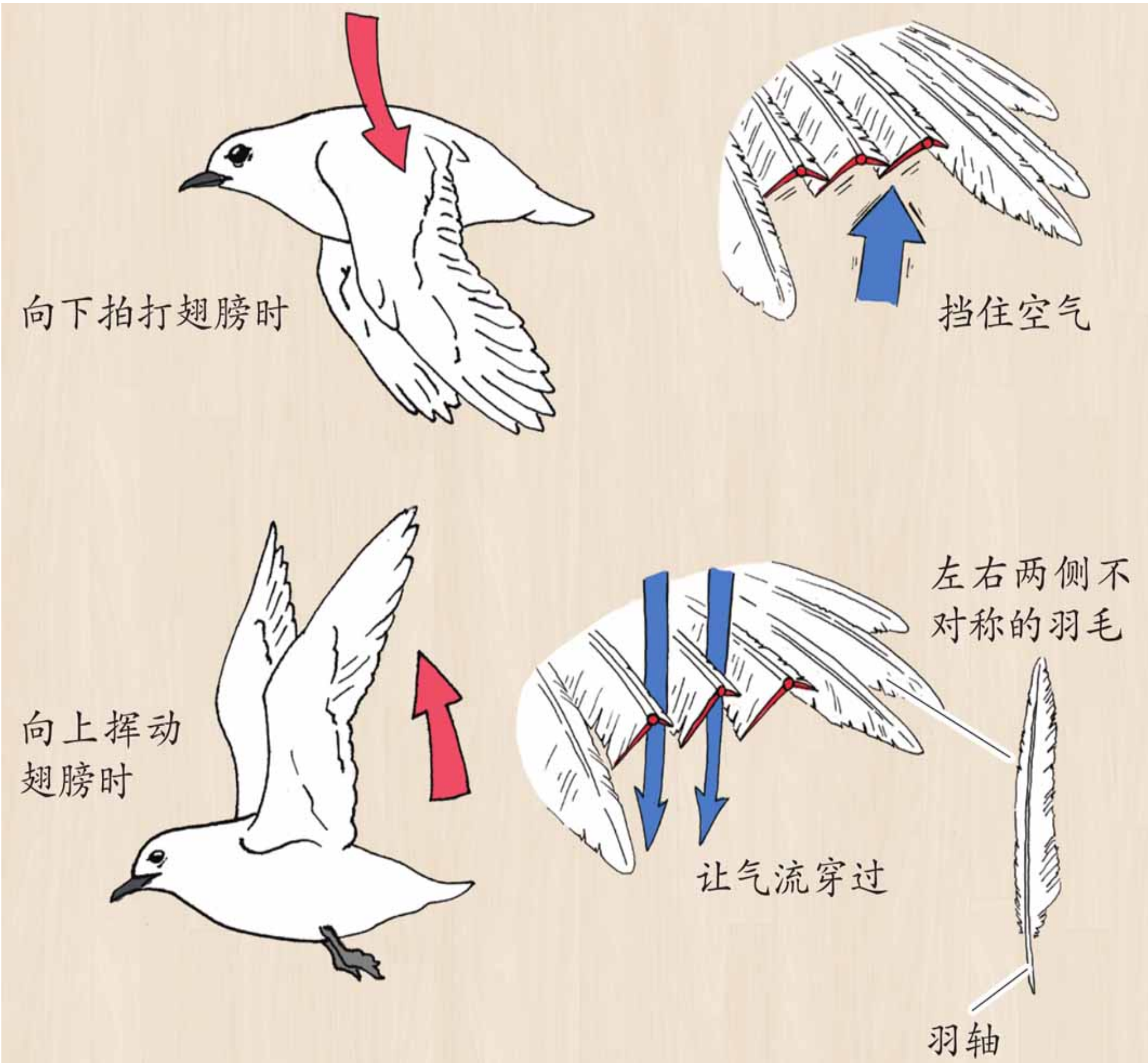


普鲁托翼鸟科（Plotopteridae） 日本北海道和九州等地曾多次发现它们的化石，这种鸟很可能是企鹅的近亲

然而很久以前，企鹅家族的成员可能真的在北半球居住过。距今3500万至1700万年前，普鲁托翼鸟科的一种鸟曾经生活在北太平洋沿岸，它们也不会飞翔，外形和生存环境都与企鹅相似。但从骨骼形态等方面来看，这种鸟被认为是鹈鹕科的成员，因此也有人称它们为“像企鹅的海鸟”。

在新近的研究中，科学家们对这种鸟的脑部化石进行了分析，结果显示，比起鹈鹕，它们的脑部形态更接近企鹅。学界普遍认为亲缘关系越近的物种，脑部形态越相似，这表明普鲁托翼鸟科很可能是企鹅家族的成员。

动物小知识4 翅膀



鸟类拍打翅膀的原理

我们把长在鸟类翅膀后方的羽毛称为飞羽。飞羽羽轴两侧的羽片是不对称的，这样的形状在鸟类拍打翅膀时发挥着极为重要的作用。当鸟类向下拍打翅膀时，被翅膀挡住的空气形成有推动作用的上升力。按理来说，当翅膀向上挥动时，同样会受到向下的阻力。但这正是羽毛发挥作用的时候，羽轴两边面积较大的一侧会向下打开，形成

缝隙让气流穿过。实际上，鸟类拍打翅膀的过程与百叶窗的开关是同样的道理，这样就可以只获得来自一个方向的动力。

番外篇 各部位比较

手和前肢的比较

动物的身体会在适应生存环境的过程中慢慢演化，手和前肢同样也会改变形状，演变出适合各自环境的功能。



抓握 人类的手指为了能够抓握物体，拇指和其余四指方向不同



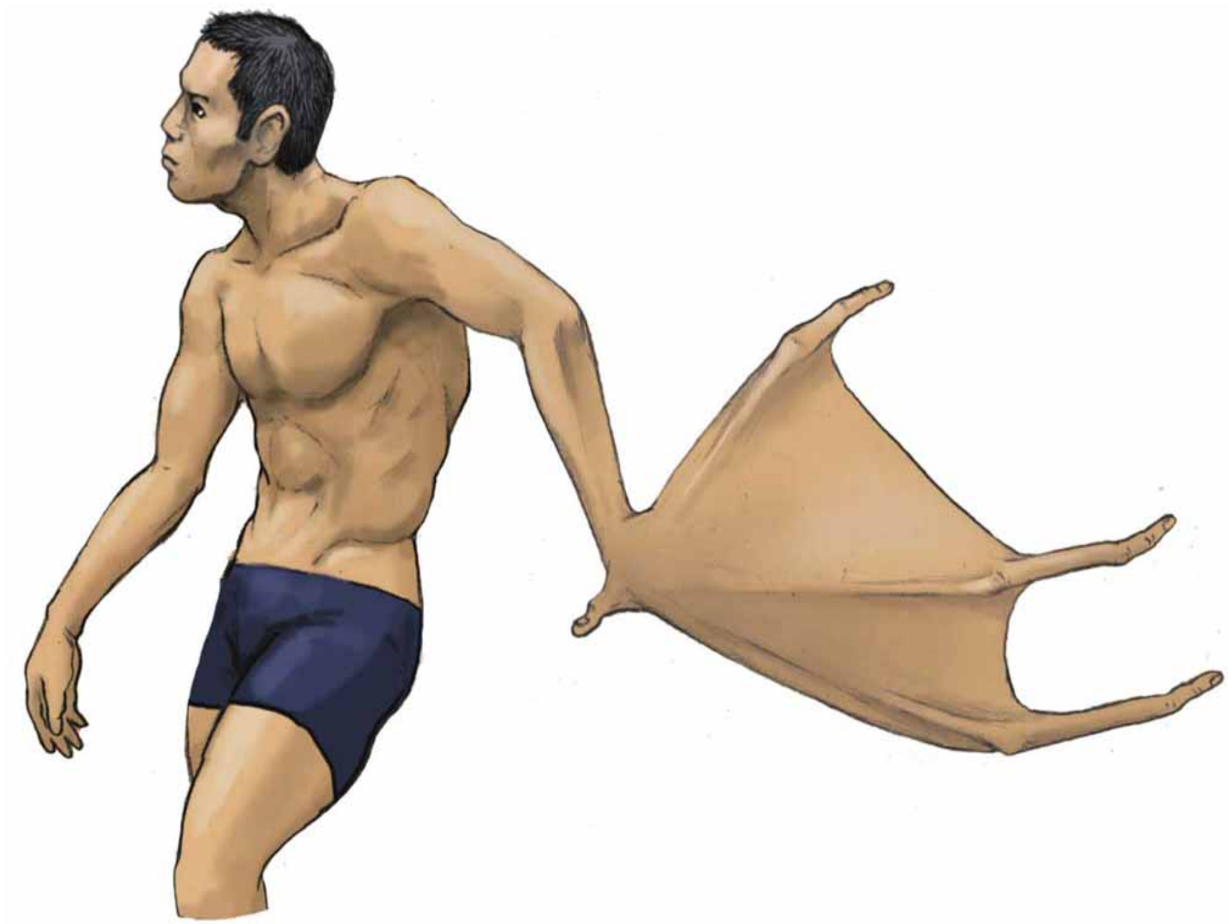
刨土 为了能在狭窄的地下打洞前行，鼹鼠的前肢变得短小而粗壮



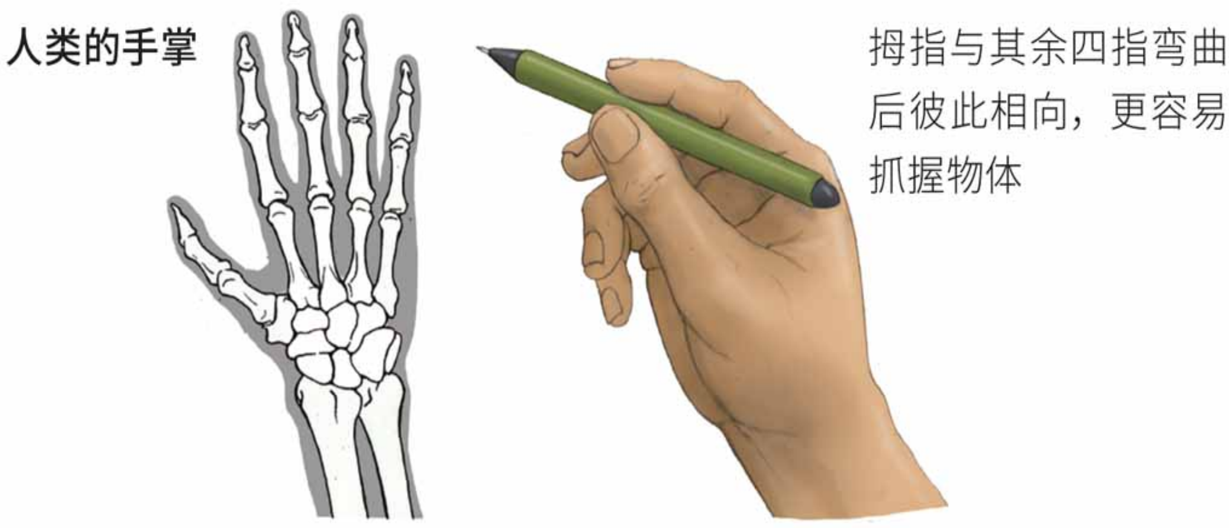
划水 海洋哺乳动物的前肢演变成鳍，在水中时不需要支撑身体，所以它们的“手掌”反而比“手臂”还大



鸟类的翅膀 鸟类的前肢变成翅膀的前半部分，被羽毛覆盖后成为翅膀



蝙蝠的翅膀 蝙蝠的趾骨与掌骨特别长，每根骨之间被皮膜覆盖，形成翅膀（翼）

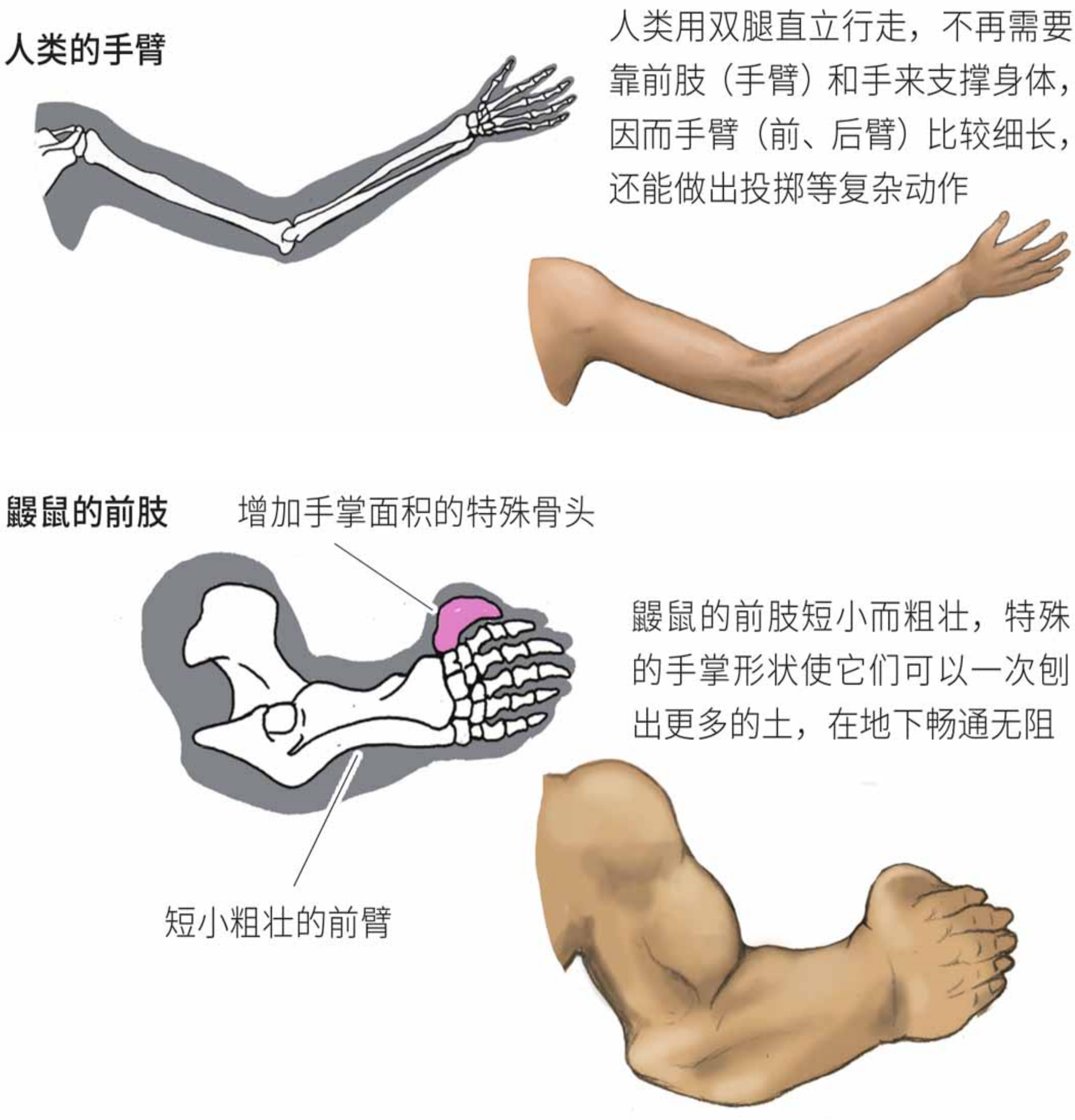




除了人类以外，还有一些生活在树上的动物，它们的“手指”也是相向的

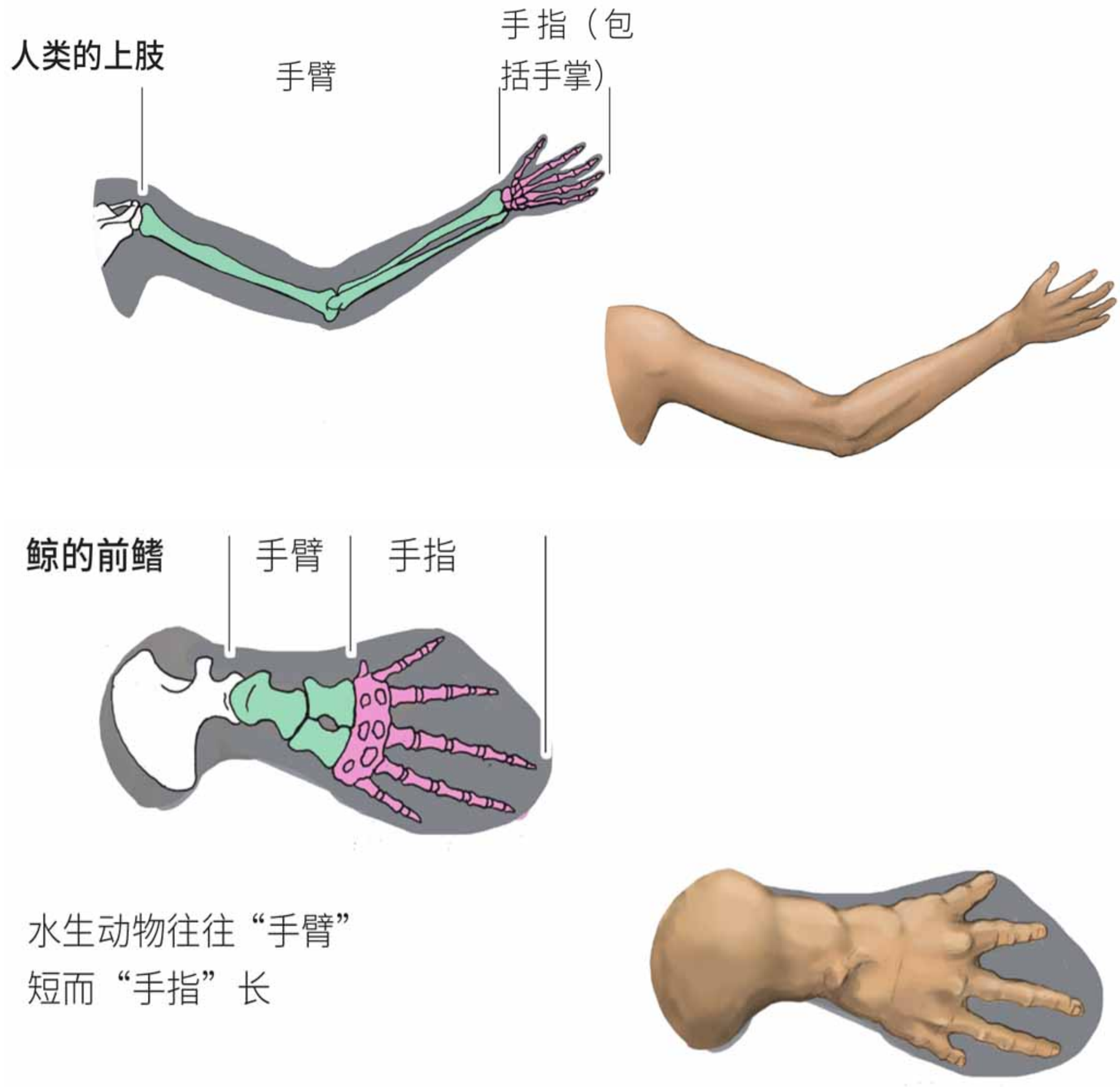
适合抓握物体的手

我们人类的手指各自独立，拇指与其余四指方向不同，这样就能轻松完成握钢笔或拿筷子等一系列动作。你也可以在不使用拇指的情况下，用其余四指握住钢笔或筷子，但若想写字或夹取食物，没有拇指的帮忙就很难完成，想必大家一定深有体会。除了我们人类，树袋熊、变色龙等生活在树上的动物也会利用不同方向的“手指”来抓握物体。正是为了方便抓握树枝，它们的手才演化成现在的样子。



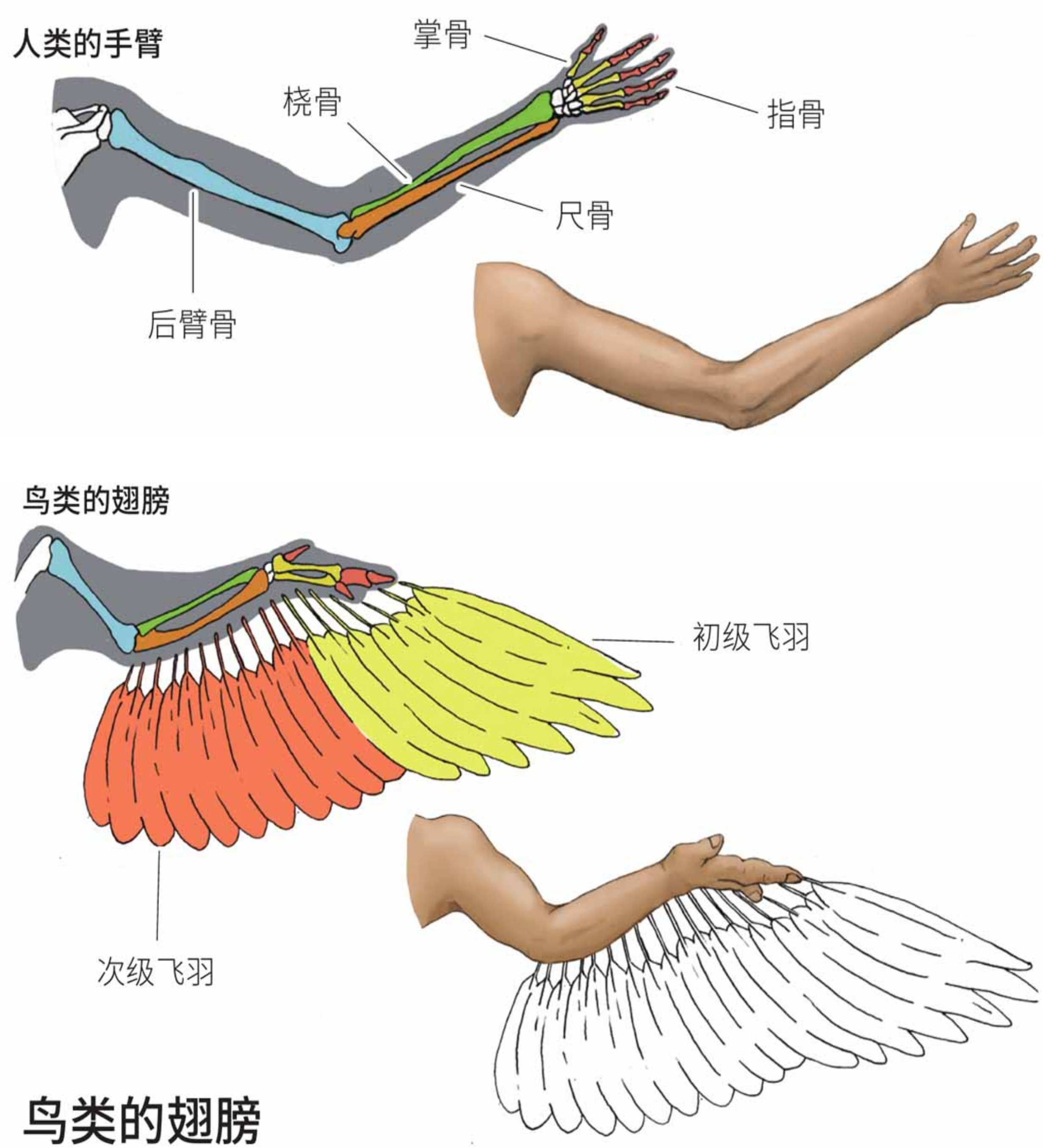
适合刨土的前肢

鼹鼠和犰狳都生活在地下并且擅长挖掘。为了便于挖掘硬土，它们拥有发达的利爪和粗短的前肢。值得一提的是，绝大部分时间都在地下度日的鼹鼠为了适应环境，手掌还演化出一块特殊的骨头，使它们能够快速有效地把挖出的泥土拨向身后。尽管用于刨土的前掌很大，它们的前肢却十分粗短，这样在狭窄的地道内移动也不会造成阻碍。



适合划水的鳍

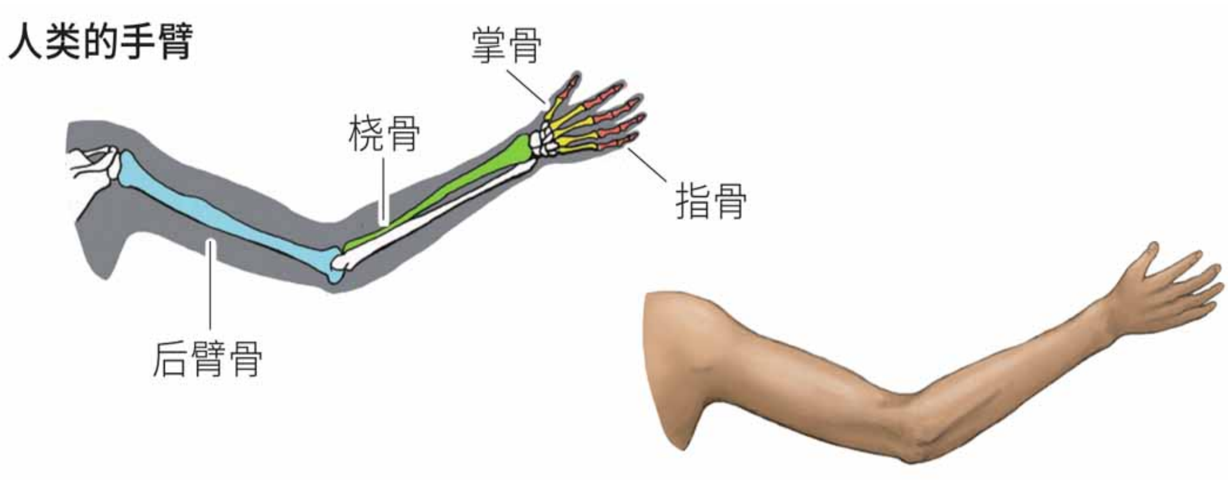
我们在观察鲸鱼、海狮、海龟等水生动物的骨骼结构时发现，它们“肩膀”和“手腕”之间的“臂骨”变短，而“指骨”变长了，这与陆地动物的结构比例是完全相反的。海狮和海龟为了划水，通过“指骨”变长的方式来增加鳍脚的面积。鲸鱼则略有不同，它们游泳时通过脊椎运动使尾鳍上下摆动，以此来获得动力，而由前肢演变来的前鳍负责控制方向。为了增强稳定性，鲸鱼“手臂”的骨头与关节通常会融合在一起，但与此同时，这种结构也丧失了一部分灵活性。

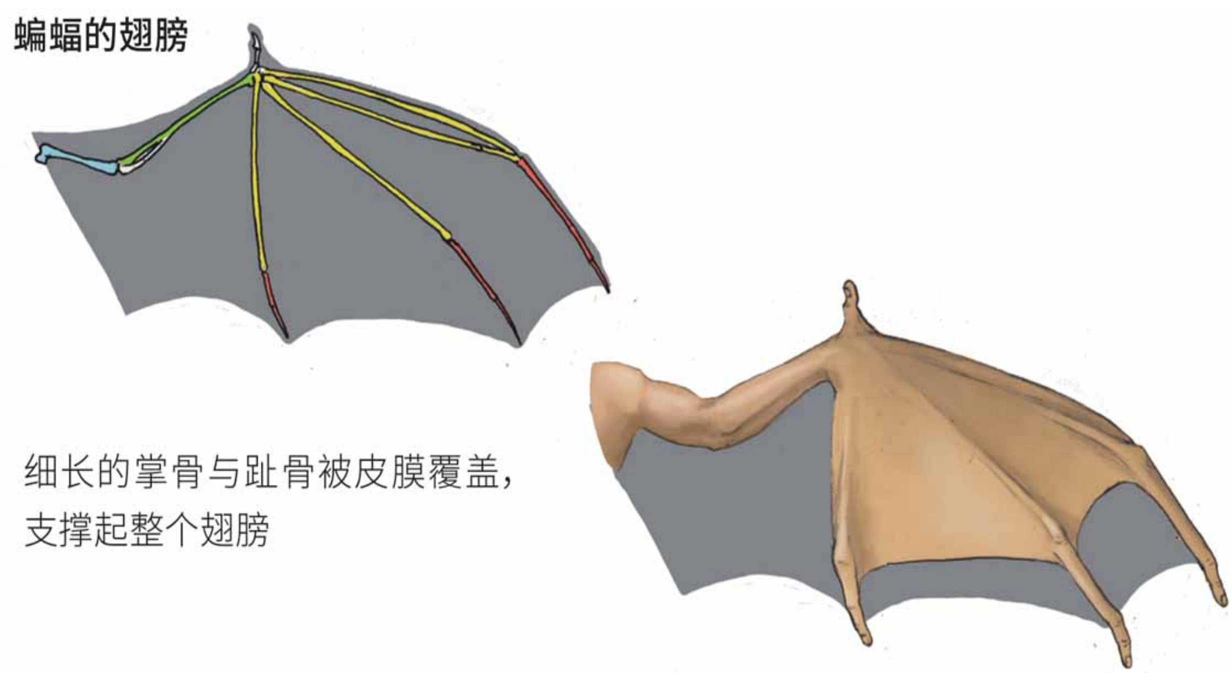


鸟类的翅膀

鸟类用于支撑翅膀的前肢骨骼在结构上与其他动物相似，但骨块数较少，这是因为它们要在空中飞翔，不得不减轻身体自重。比较人类与鸟类的手臂（前肢）骨骼会发现，两者后臂骨（上臂骨）、桡骨与尺骨的数量相同。不同的是，人类有5块掌骨，而鸟类只有1块，鸟

类的趾骨也远少于人类，只有3块。另外，鸟类的“手臂”和“手指”部分被无数羽毛覆盖。如果拿人体来打比方，我们把鸟类从手指到手腕部分的羽毛称为初级飞羽，把从手腕到手肘部分的羽毛称为次级飞羽，这些羽毛是可以折叠的。





蝙蝠的翅膀

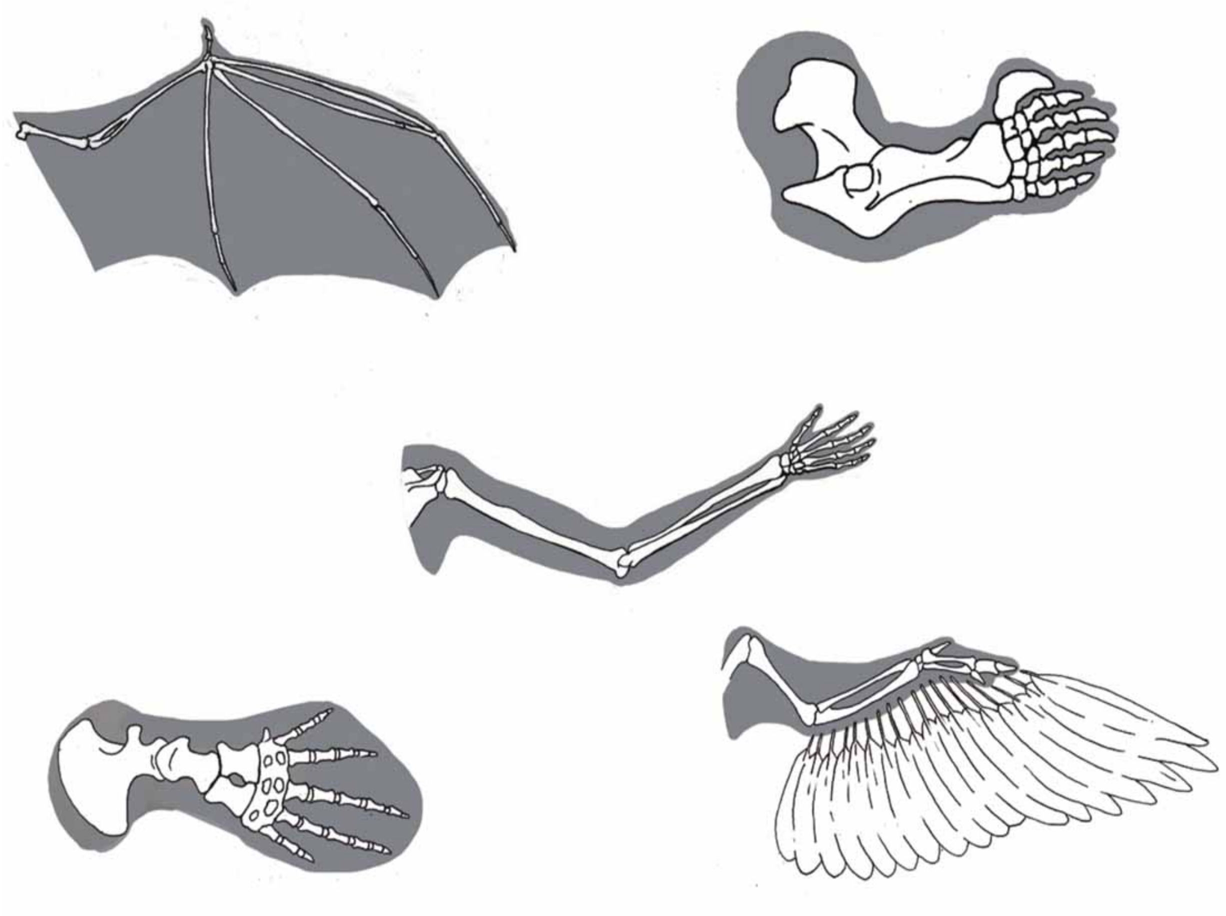
蝙蝠和鸟类一样，靠翅膀飞行，但它们的翅膀结构却完全不同。鸟类的翅膀长有羽毛，蝙蝠的翅膀则有一层皮膜，支撑皮膜的是除拇

趾外的四根掌骨（手掌部分的骨头）和其余趾骨。蝙蝠的趾骨像雨伞的骨架一样又细又长，它们可以通过后臂骨和桡骨之间的肌肉来控制翅膀的张开与收拢。蝙蝠那根短小的拇趾不需要用来支撑翅膀，它上面长有利爪，可以在悬挂于洞穴、墙壁等地方时发挥作用。

小结

大部分陆生动物的手或前肢都用于支撑自己的身体，腿或后肢则主要完成行走或奔跑等动作。而一些动物的前肢，除了用于步行还有其他作用，例如狮子和熊等肉食性动物，在捕食时会用前肢压制猎物；还有些动物的前肢变化较大，例如鸟类和蝙蝠的前肢变成了翅膀，使它们能够在空中飞翔；而海狮和陆龟的前肢变成了鳍脚，用于划水。

总之，无论在森林还是海洋里，动物的前肢都会比后肢获得更多适应自身环境的功能。在演化过程中，前肢可以说是动物身上变化最多样的部位。

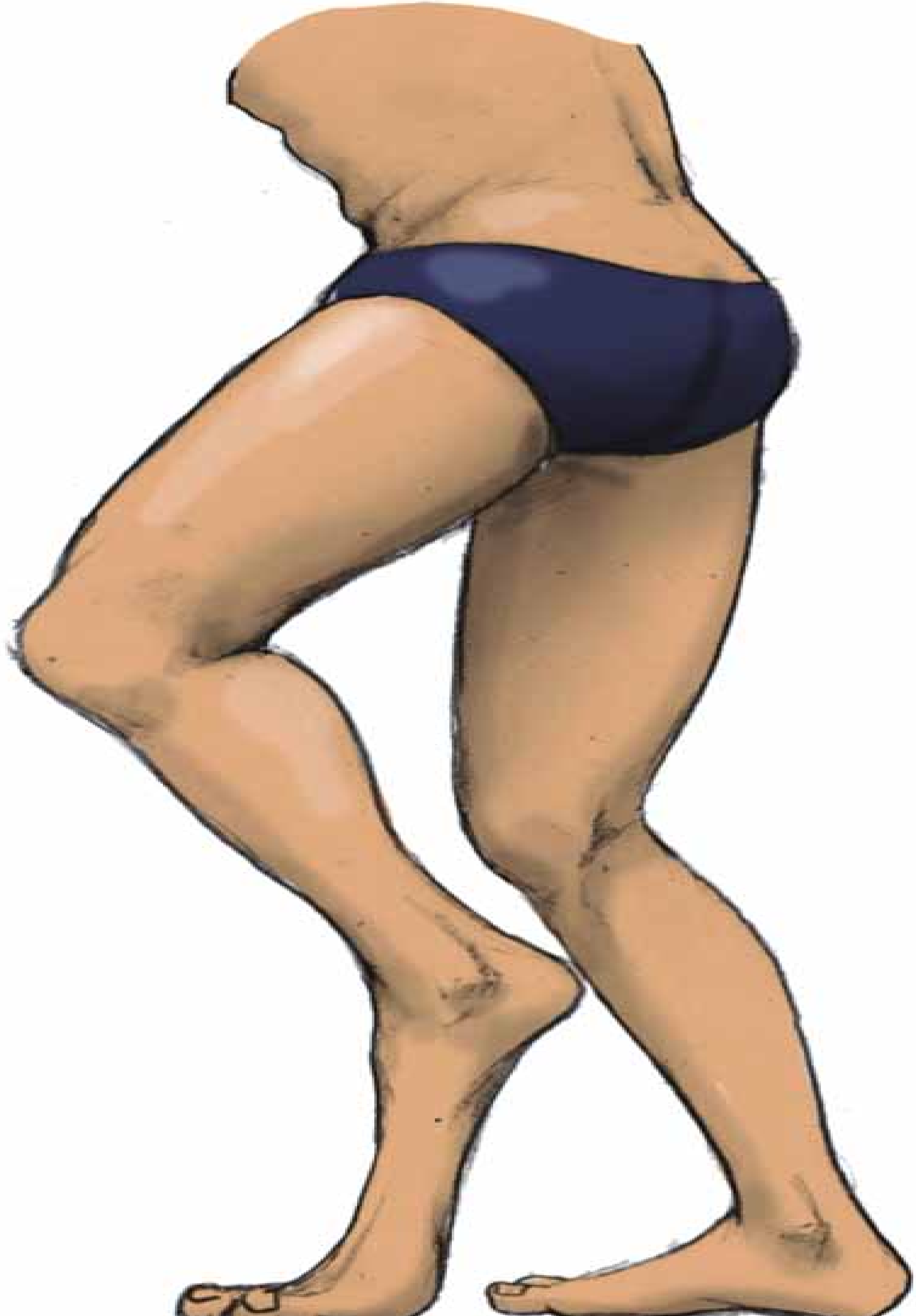


脚和后肢的比较

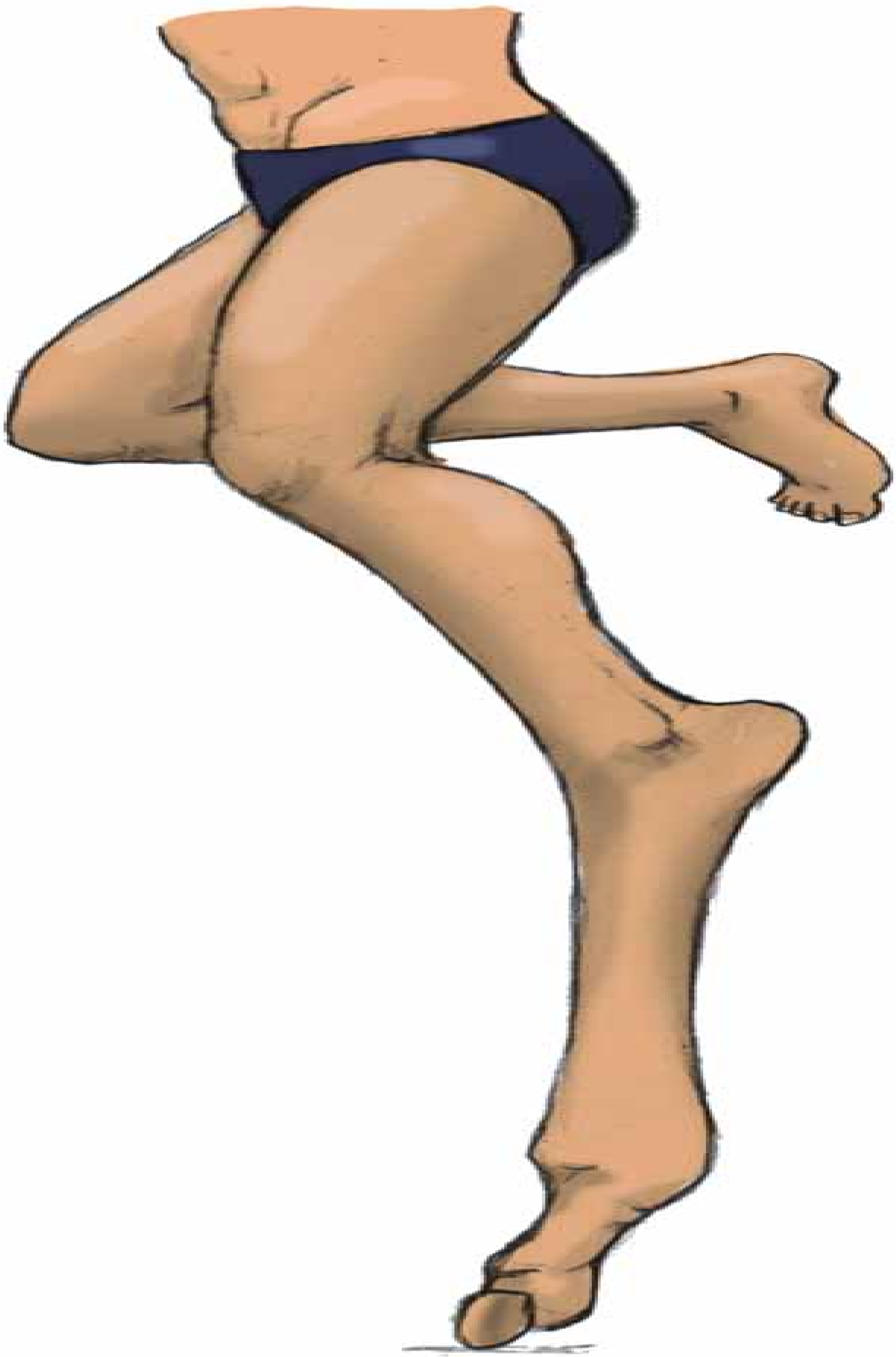
与手或前肢一样，为了适应各自的生活环境，动物的脚也会演变成最适合自己的形状。



行走和奔跑（跖行足） 从脚趾到脚跟，整个脚掌都附着于地面的足型；与地面的接触面积大，稳定性强



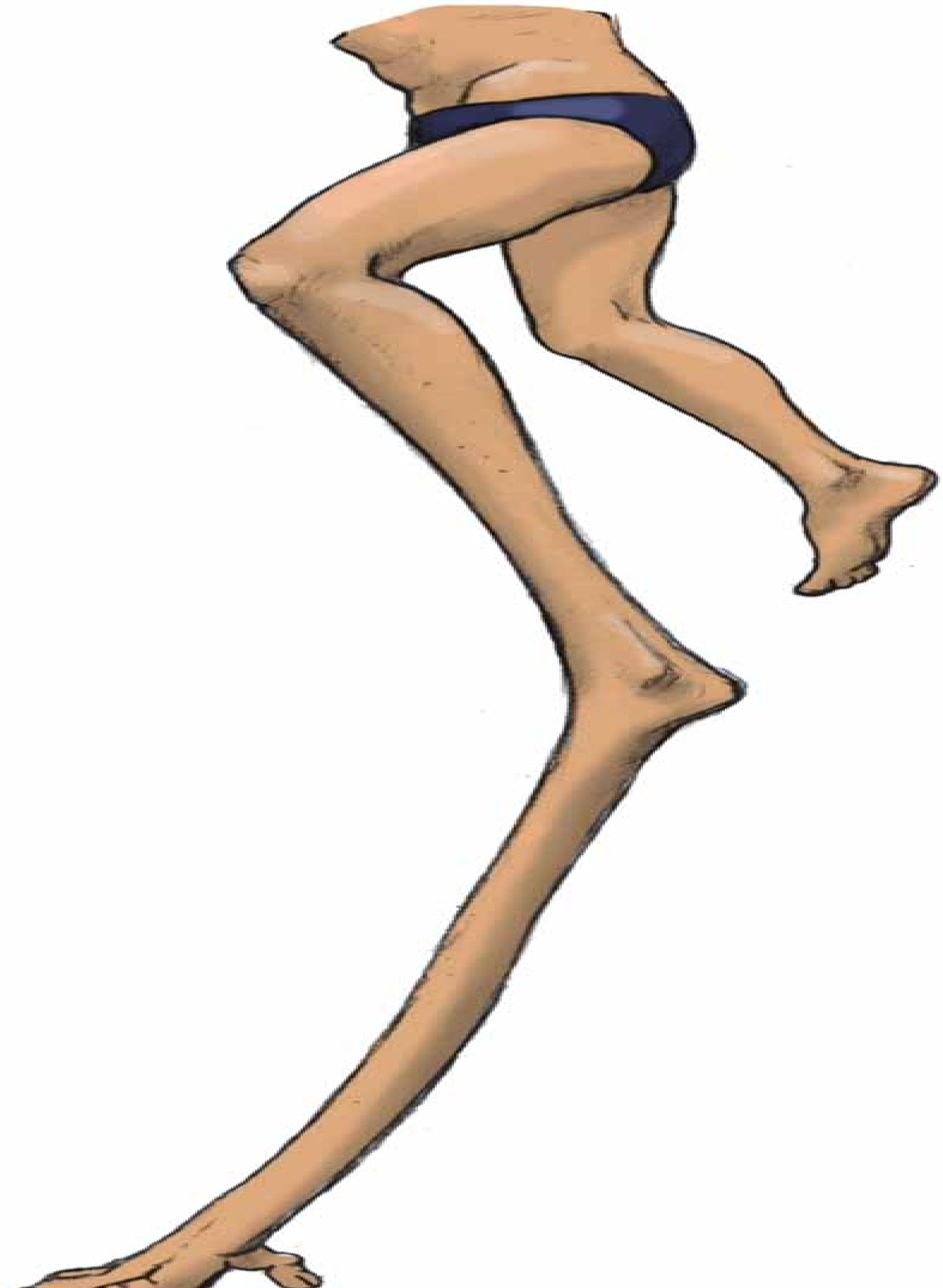
行走和奔跑（趾行足） 脚跟抬起，仅用脚趾触地的足型；稳定性不如跖行足，但行动速度快，适合擅长潜行的肉食性动物



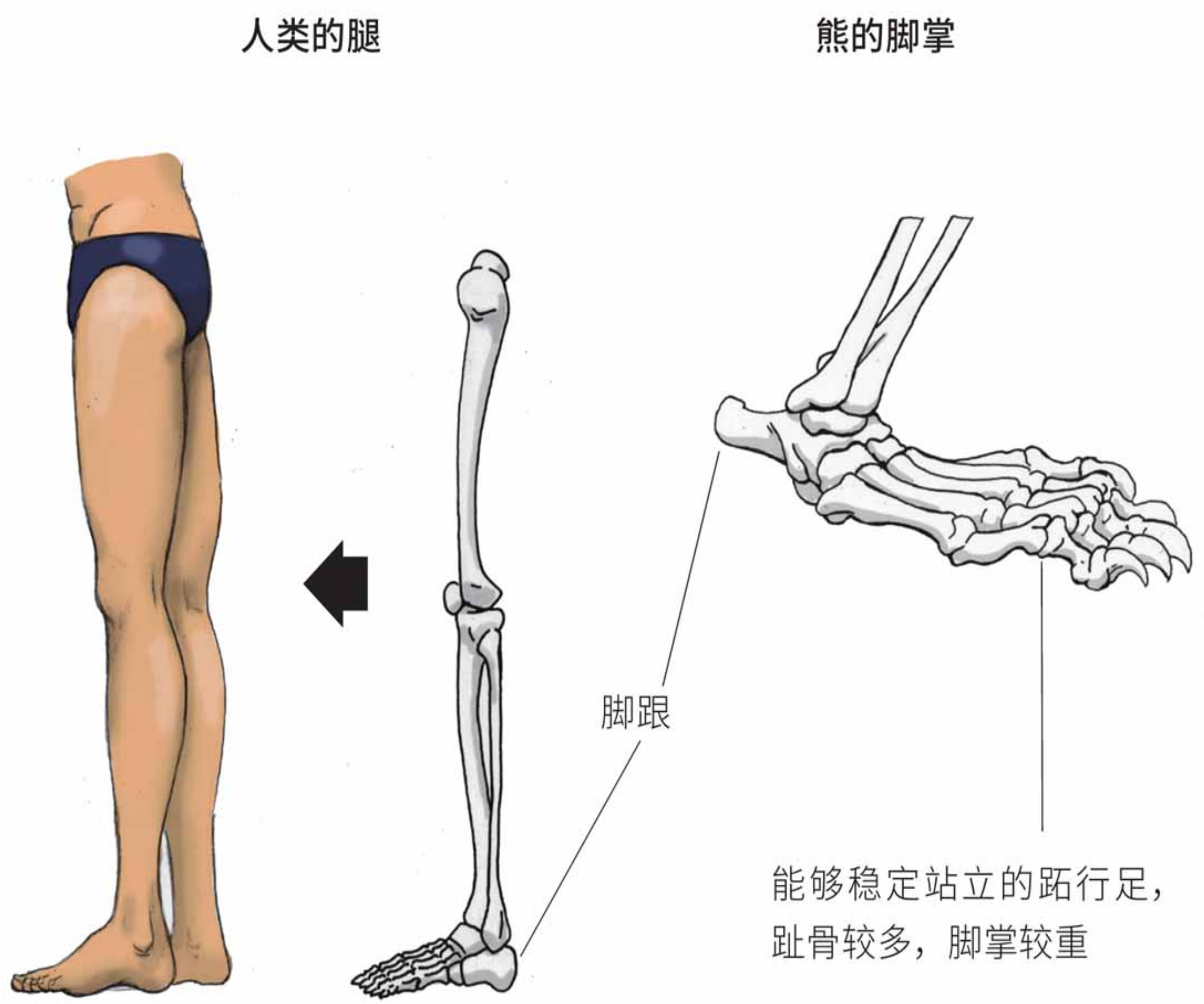
行走和奔跑（蹄行足） 仅用趾尖（趾甲部分）触地的足型；稳定性不如趾行足，却能提供更快的奔跑速度



跳跃 最适合跳跃式移动的足型；弹簧般的构造可以使动物瞬间跳出难以置信的距离

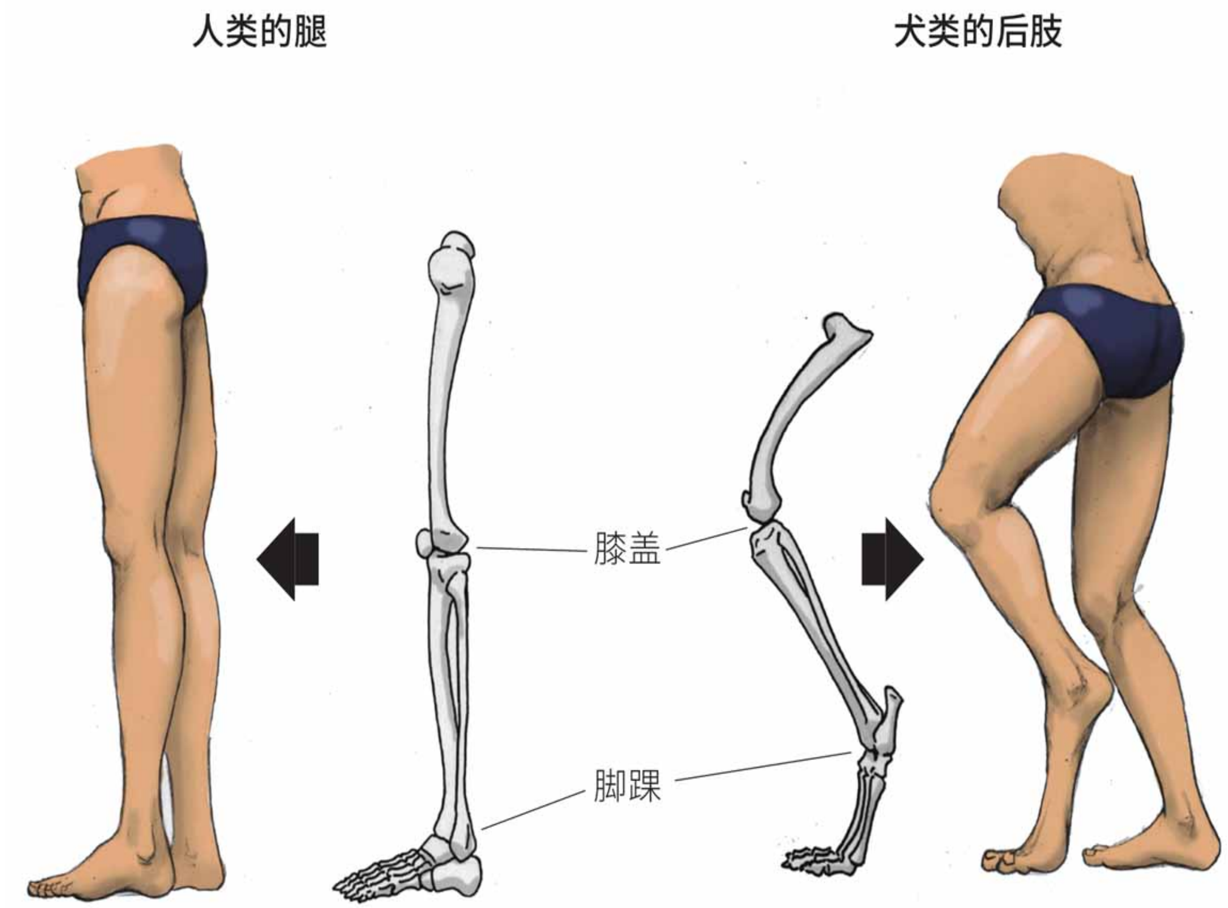


行走和在树枝上停留 大部分鸟类都有四根脚趾，三趾朝前，一趾朝后；除了行走，这种足型还能让鸟类轻而易举地停在枝头上



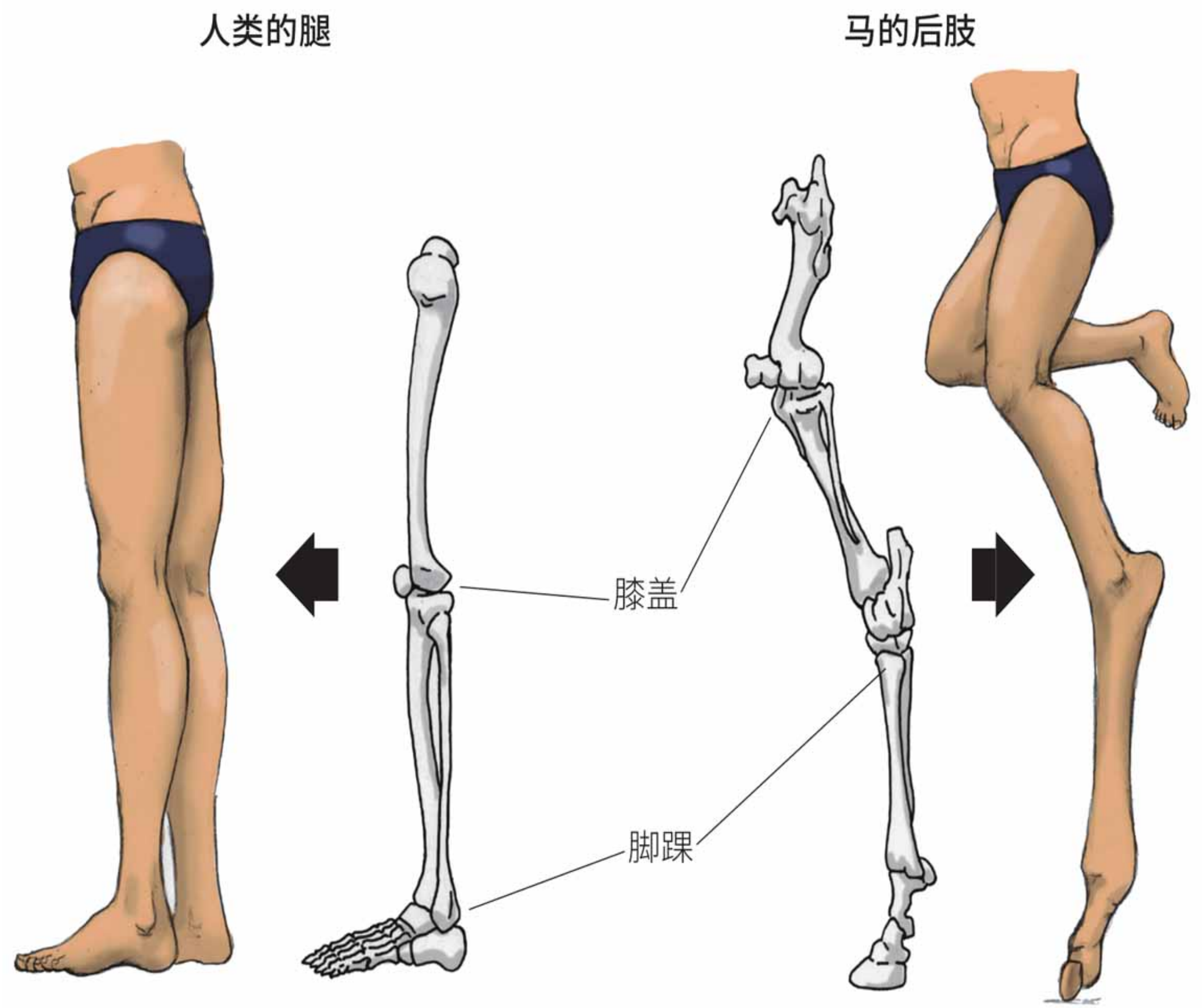
适合行走和奔跑的跖行足

“跖”是指脚掌。我们把从脚跟到脚趾全部着地站立、行走的动物叫作跖行性动物，除了人类以外，猴子、熊、熊猫等也是跖行性动物。哺乳类动物中唯一能用双腿直立行走的就是人类，当然有些熊科动物也可以用两条后腿站立起来。整个脚掌着地的行走方式很稳定，但由于与地面的接触面积较大，需要更多的骨骼和关节来支撑，脚掌本身的重量也随之增加，因此跖行足的缺点就是会使动物的移动速度变慢。



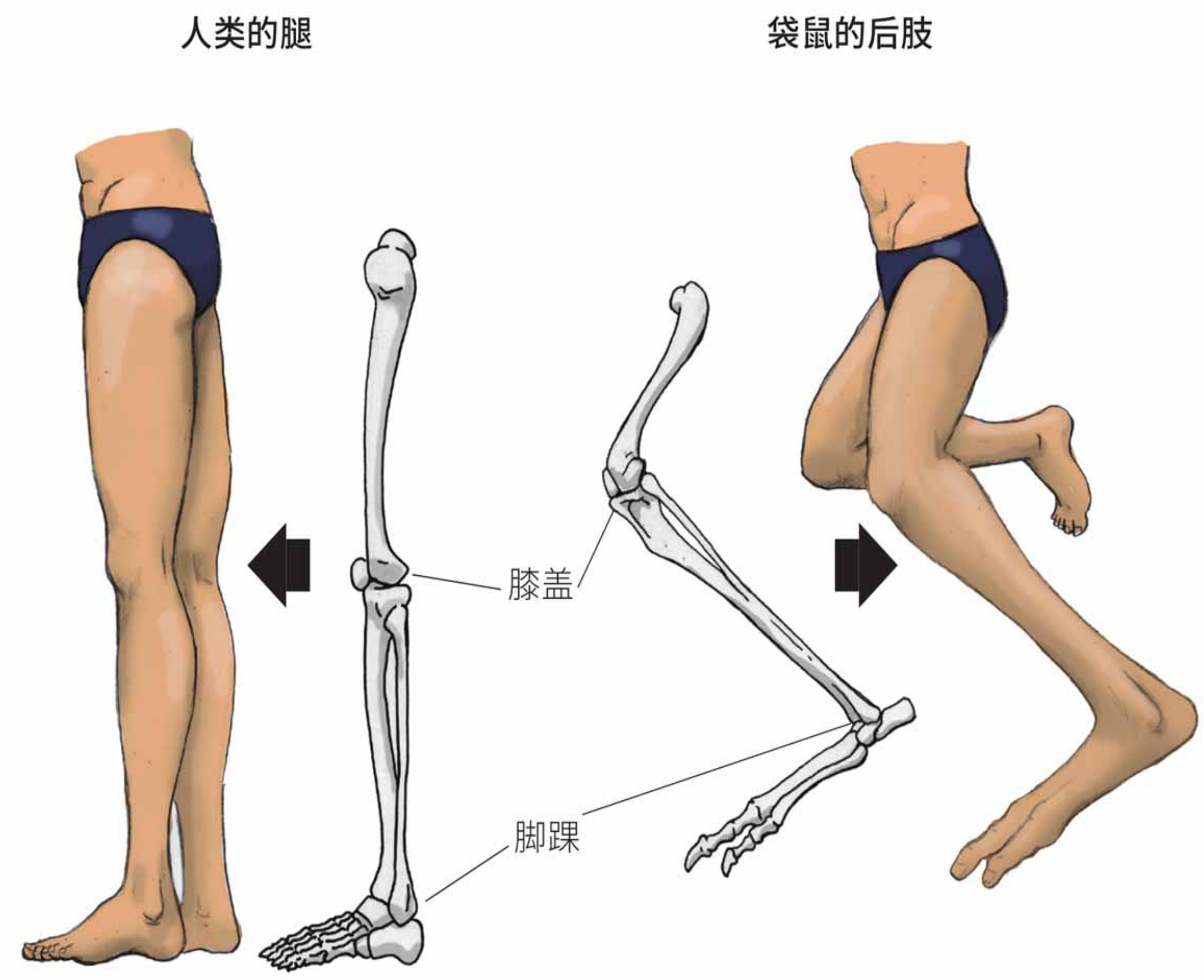
适合行走和奔跑的趾行足

“趾”是指脚趾。我们把抬起脚跟，只用脚趾触地站立、行走的动物叫作趾行性动物。狮子、狼等大多数肉食性哺乳动物都是趾行性动物。它们用这种方式行走的稳定性一定不如跖行性动物，但胜在速度快，而且走起路来悄无声息。这很好理解，就像我们有时会只靠脚尖走路来减轻声响一样。因此，对那些想接近猎物又不希望被发现的肉食性动物来说，趾行足可能是最合适不过的了。



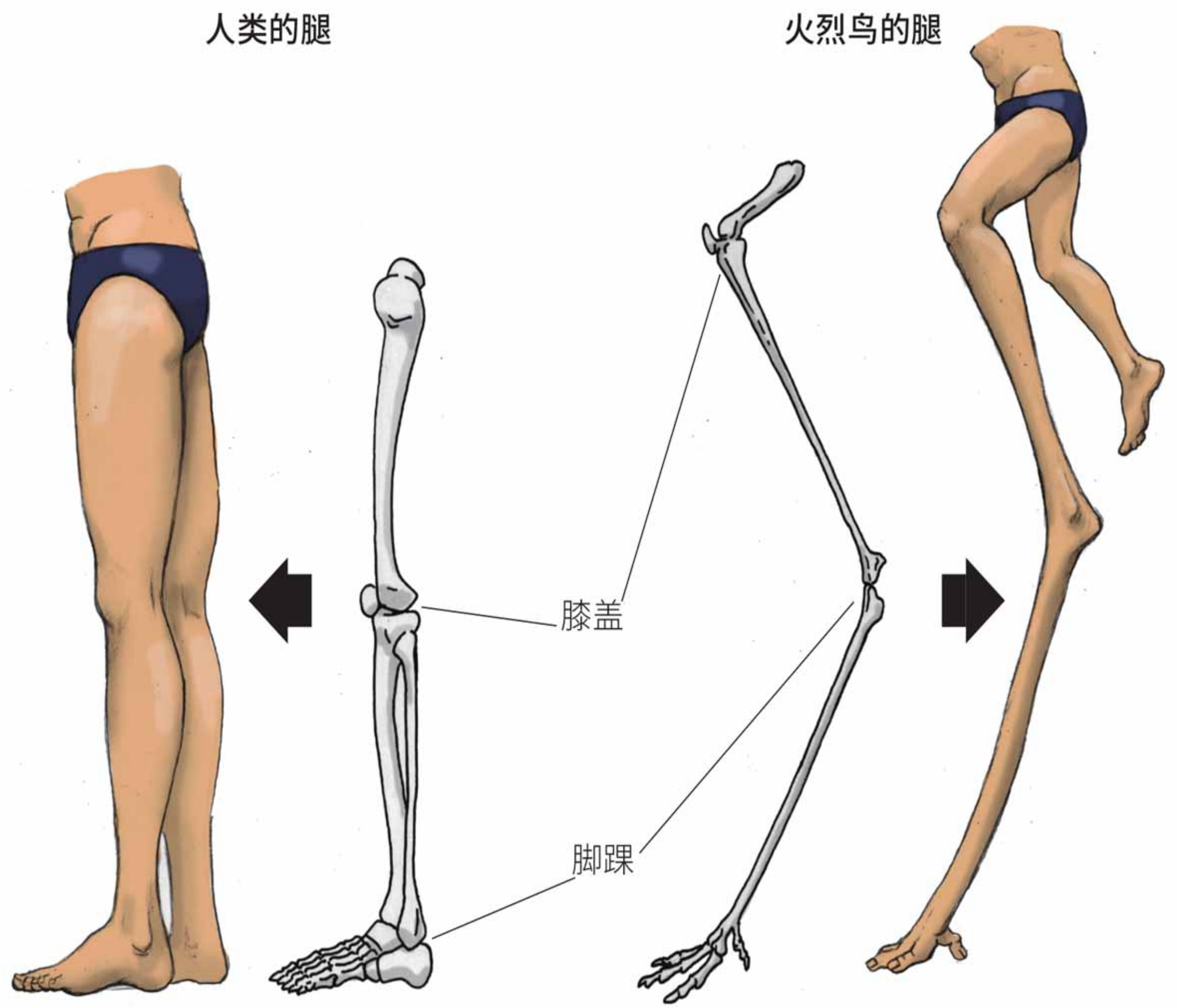
适合行走和奔跑的蹄行足

马和鹿等动物的趾尖有“蹄”，它们是用趾尖触地站立、行走的动物。蹄，相当于人类的指甲，如果用人来打比方，蹄行足就是只用脚指甲触地站立。为了获得速度，蹄行性动物的足背和趾骨变得越来越长，这样就能增加整条腿的长度，带来更大的步幅。与此同时，蹄行足的脚趾、趾骨以及关节数量都比跖行足和趾行足少，尽管损失了一部分灵活性，却可以使动物的脚变得结实、轻巧。



适合跳跃的后肢

用跳跃式移动来取代奔跑的哺乳类动物有袋鼠、跳兔等。这类动物的特点是后腿比前腿长，它们跳跃时后腿会弯曲——腿越长，提供的爆发力越大，跳出的距离就越远。例如，袋鼠的趾骨比跗骨（人类的踝骨）长得多，因而可以强有力地蹬地跳跃。但相对而言，这种结构也欠缺稳定性，袋鼠需要依靠长而粗的尾巴来维持身体平衡。



适合行走和在树枝上停留的脚

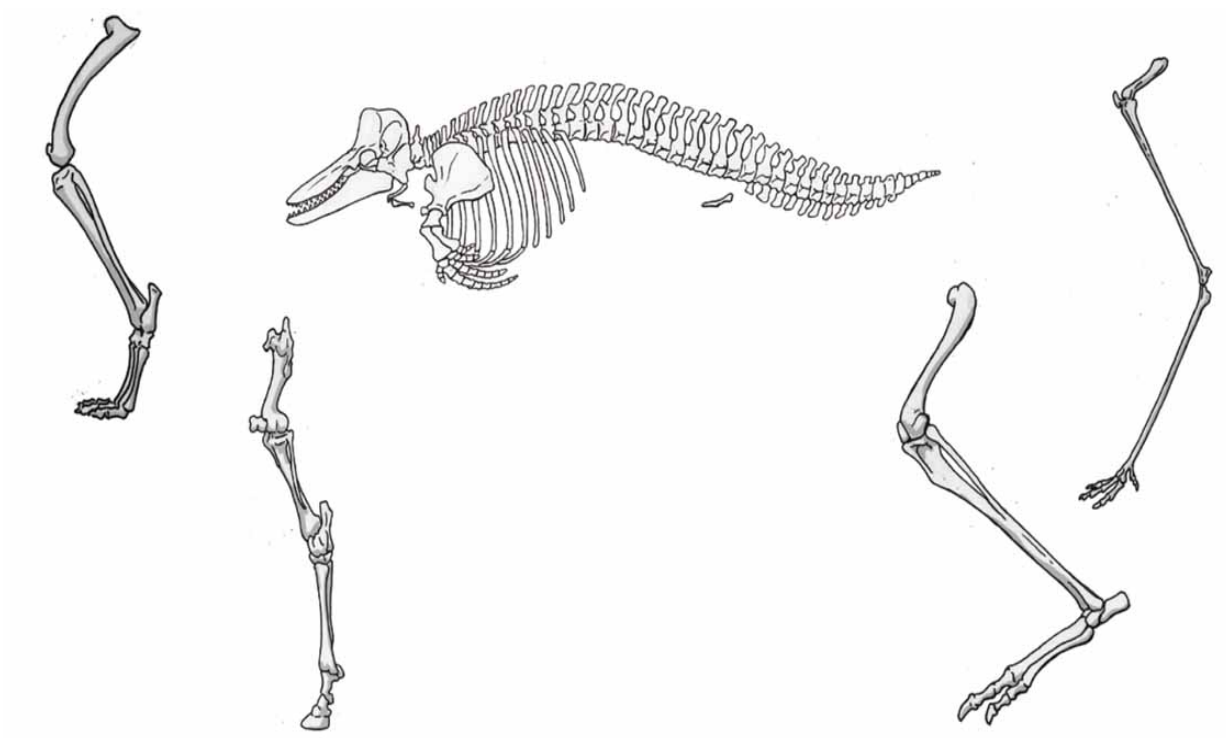
大多数鸟类的足趾都是三趾朝前，一趾朝后的，这种趾型叫作“常态足”。而啄木鸟、布谷鸟等栖息在树上的鸟类则是两趾朝前，两趾朝后的，这种趾型叫作“对趾足”，适合抓握树干或树枝。为了在空中飞翔，鸟类必须减轻自身体重，这一点从它们的后肢骨骼结构中也能得到验证。鸟类的跗骨分别与胫骨和跖骨结合成跗胫骨和跗跖骨，这样简洁轻盈的骨骼结构在减少骨块数的同时，也保证了坚实度。

小结

能够用两条腿走路的只有我们人类，以及用后肢站立、移动的鸟类。陆地动物主要依靠后肢来行走，虽然马和狗等四足动物的前肢也

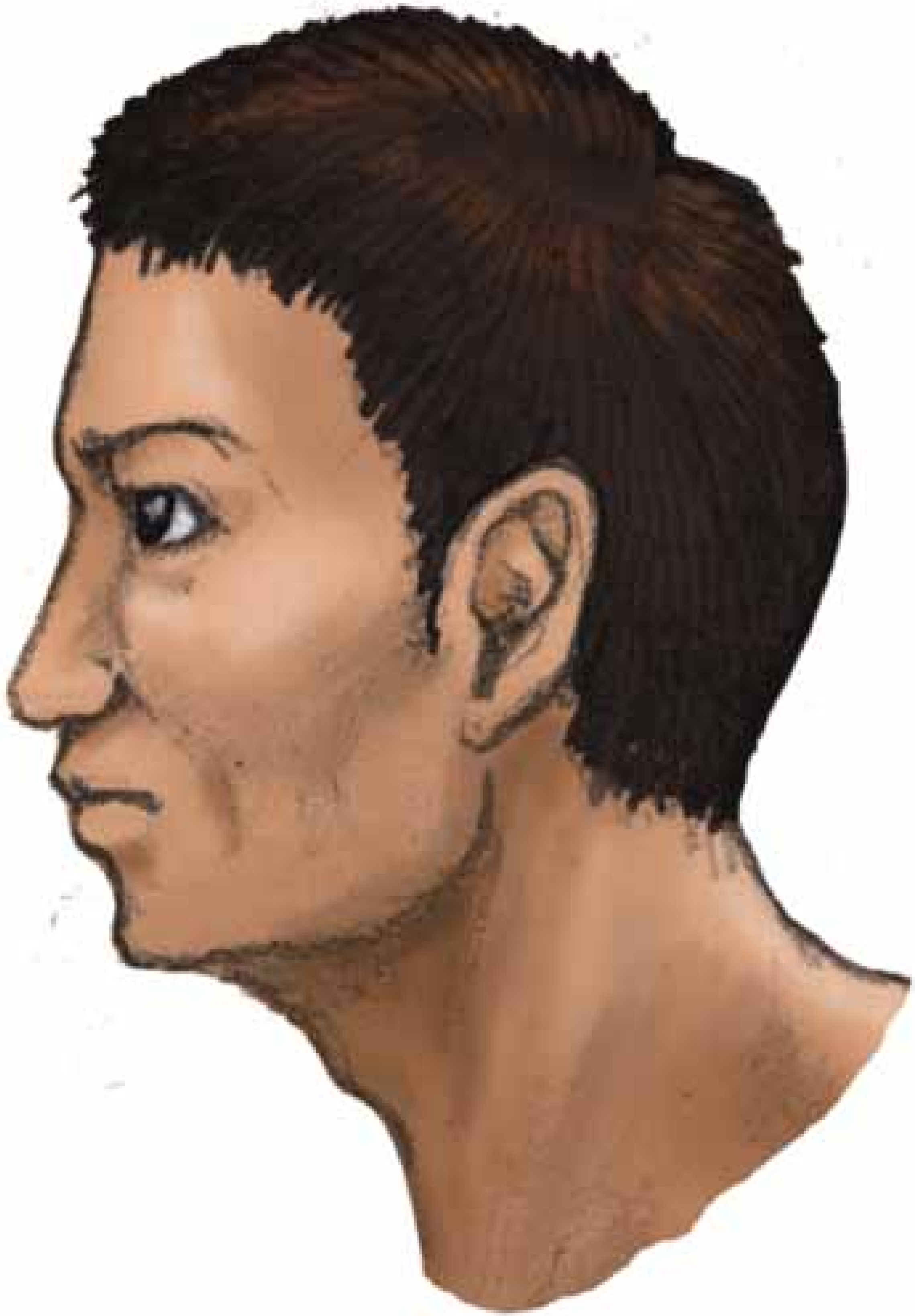
参与了站立和行走，但相比之下，它们后肢的作用更为重要。同是行走，动物们的生存环境与所面临的情况却不一样。以草食性动物为食的肉食性动物，演化出擅长潜行的足型，而草食性动物为了逃生，足型又朝着提高速度的方向演化。

此外，即便在哺乳类动物内部，后肢的演化也有所差别。鲸鱼家族由于完全适应了水中生活，后肢逐渐退化。鲸鱼的祖先曾经也是四足动物，但当它们漂浮在水中，不再需要奔跑、行走或支撑身体时，自然也就不需要后肢了。

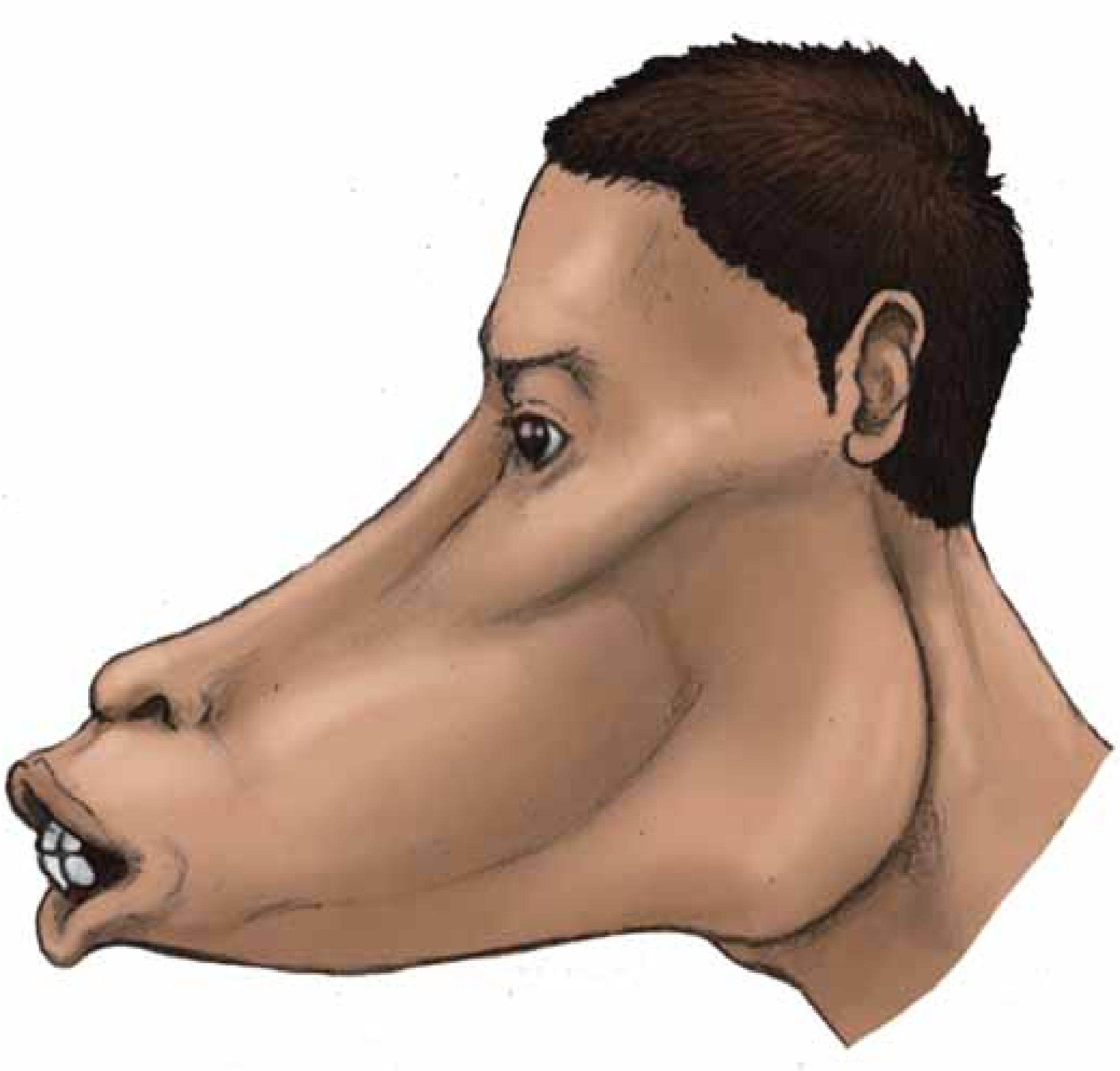


颌部的比较

由于动物们吃的食物不同，其颌部和牙齿的形状也会有所差异。



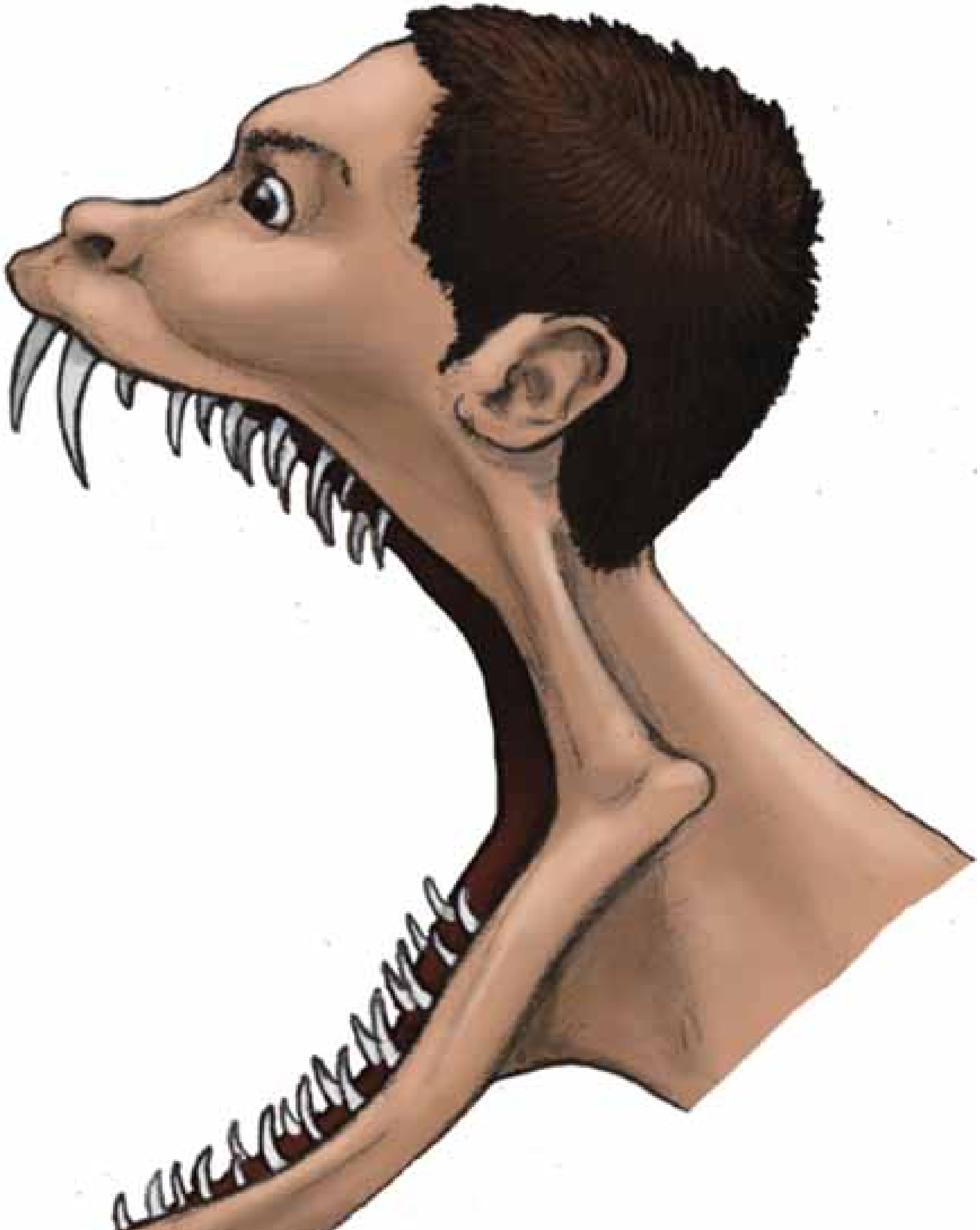
杂食型 颌部可以在一定范围内活动，牙齿种类多样，食物种类不受限



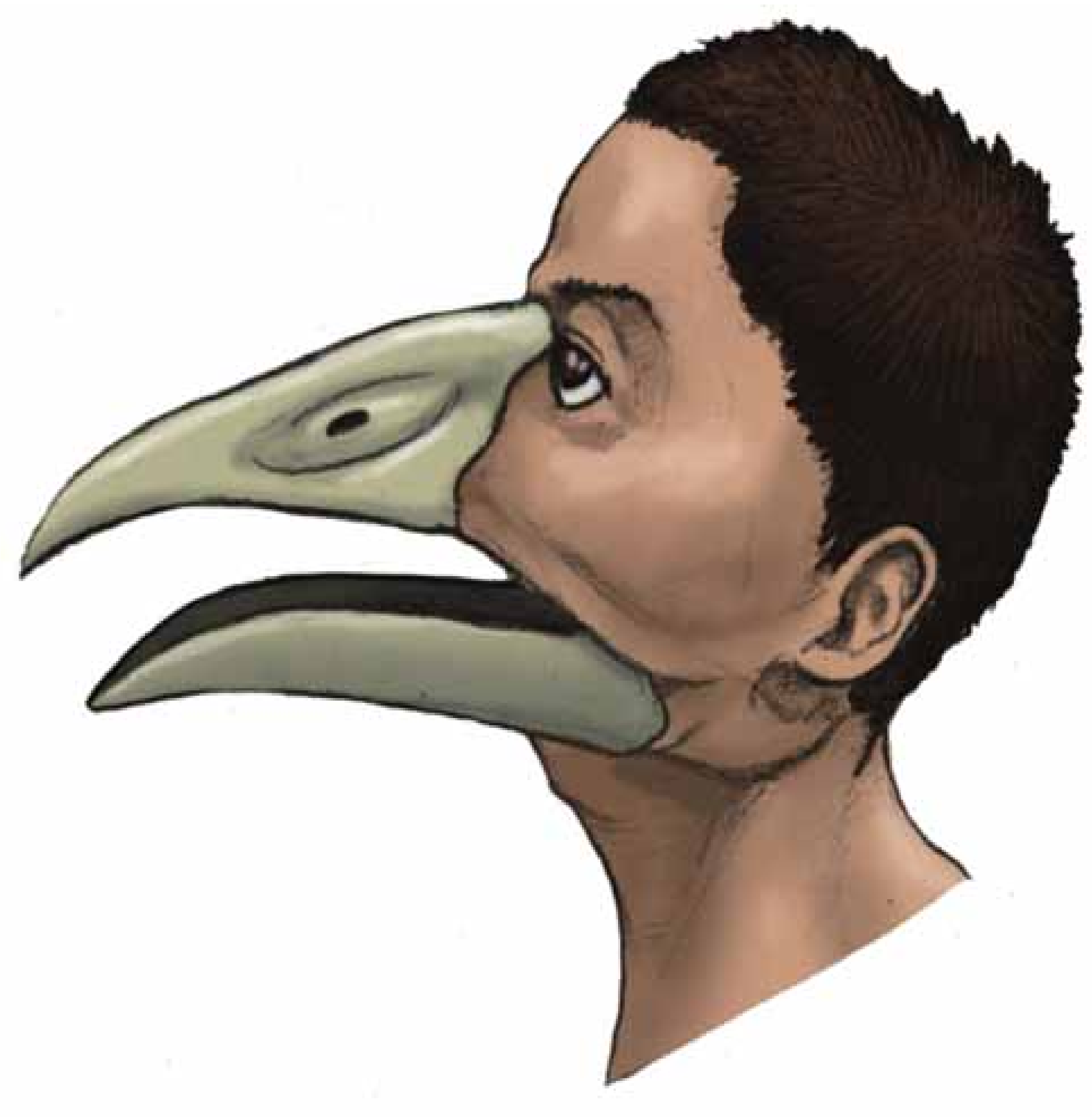
草食型 下颌可以上下左右活动，平坦的臼齿特别适合咀嚼植物



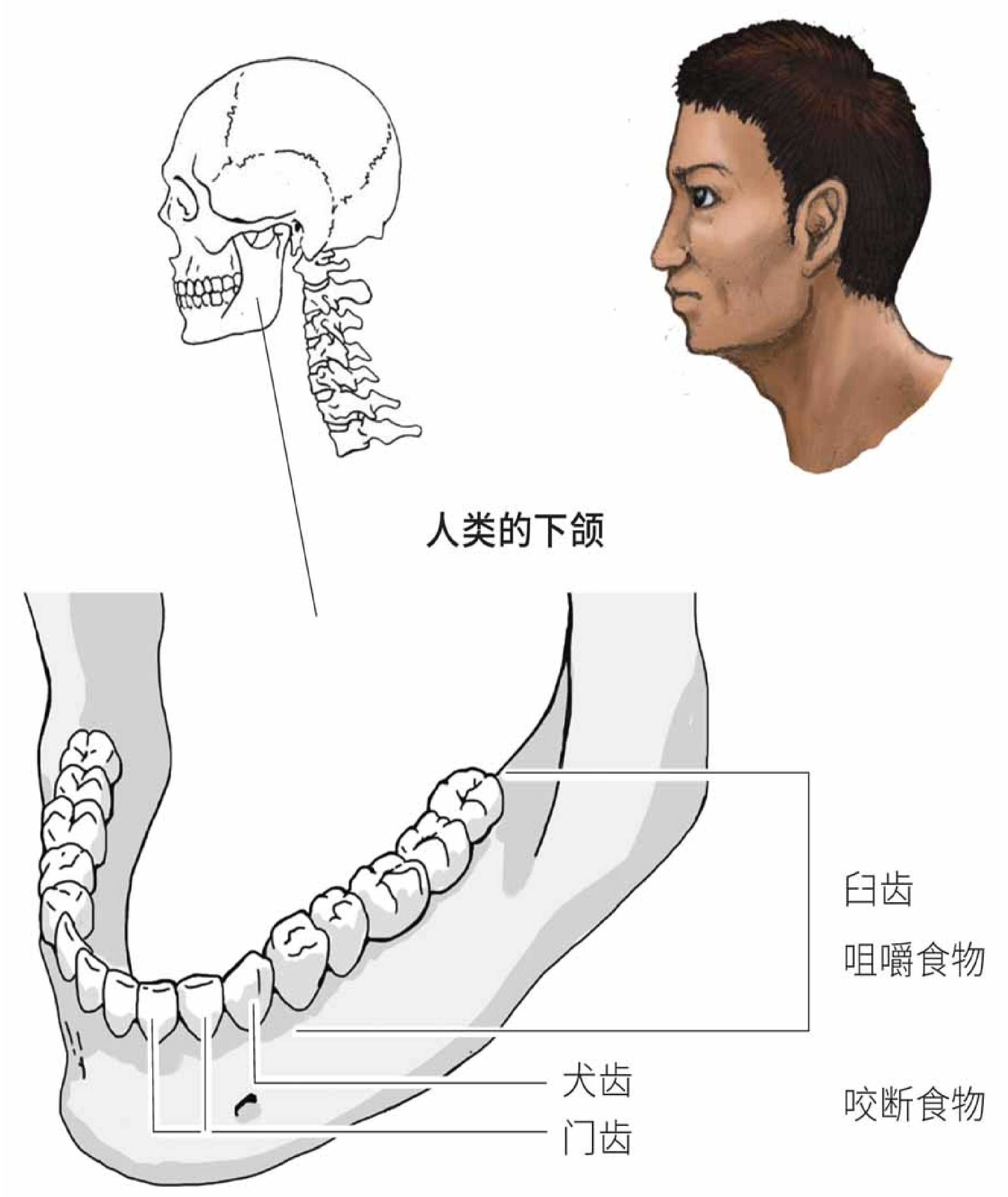
肉食型 下颌只能上下活动，犬齿发达，臼齿也趋向锋利



整吞型 颌部上下活动的范围非常大，牙齿形状单一，无法咀嚼，需要将食物整个吞下



轻量型 沉重的牙齿逐渐退化，演变成轻盈的形状，无法咀嚼，只能吞咽食物

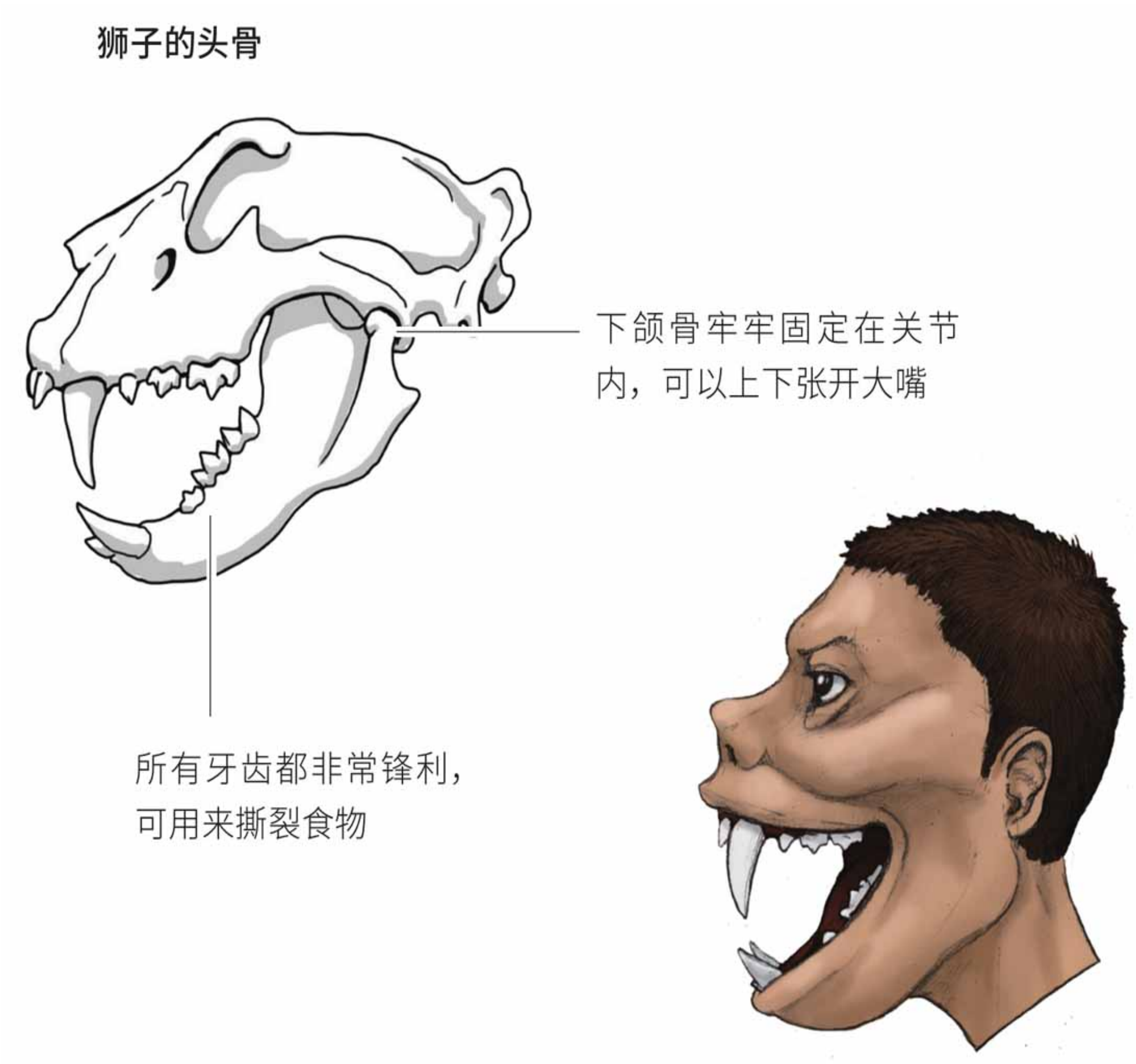


人类的下颌

杂食型

人类的牙齿包括用来咬断与撕裂食物的门齿（门牙、切牙）、犬齿（尖牙）和用来磨碎食物的臼齿（磨牙、大牙）；下颌可以上下活

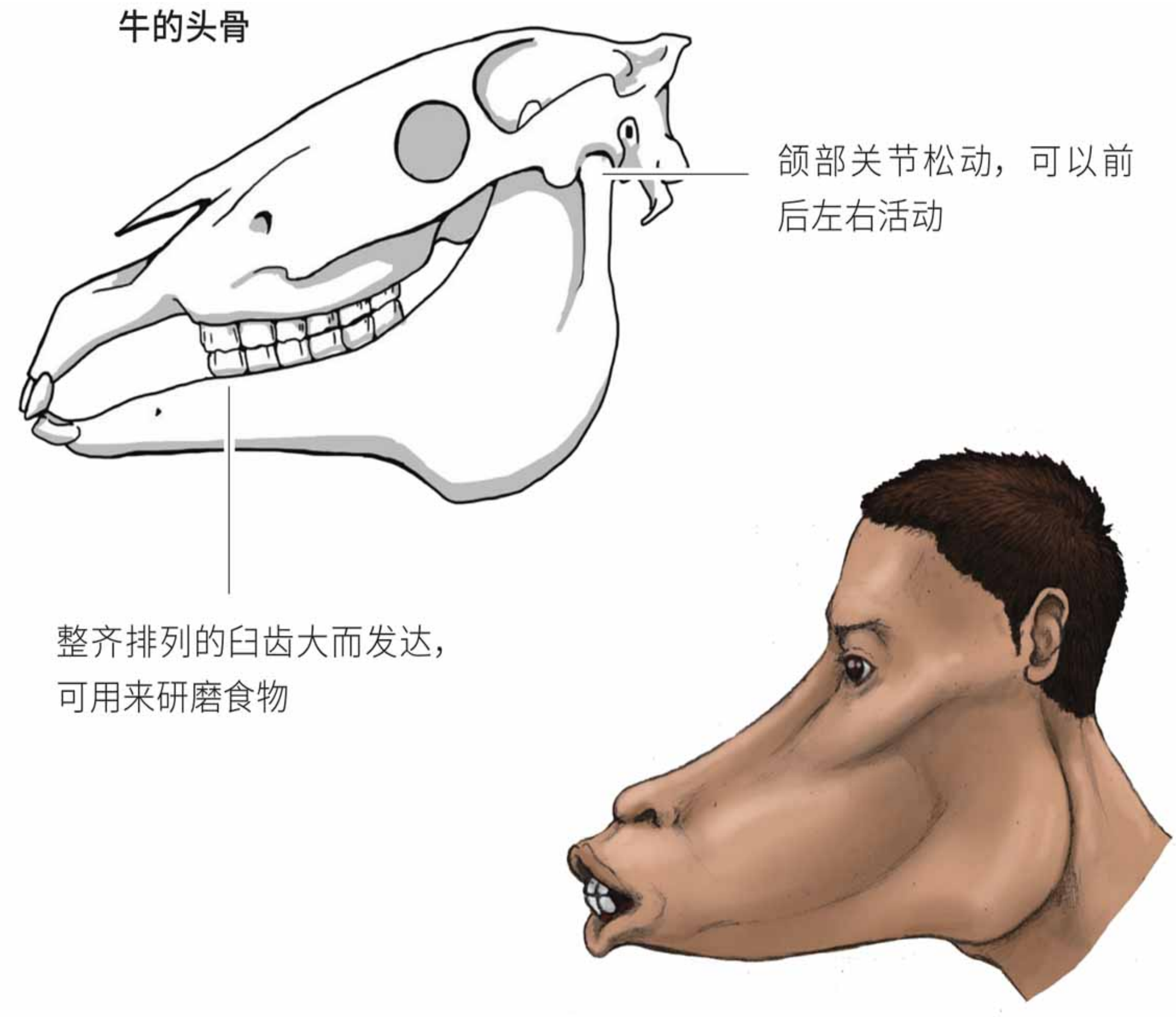
动，也能在一定范围内左右移动。适用于咬断和咀嚼的牙齿类型多样复杂，再加上下颌活动范围较广，使得人类几乎可以吃任何东西，包括肉类或植物。除了人类以外，大部分哺乳类动物都能够在口腔内咀嚼食物而不使食物外漏。



肉食型

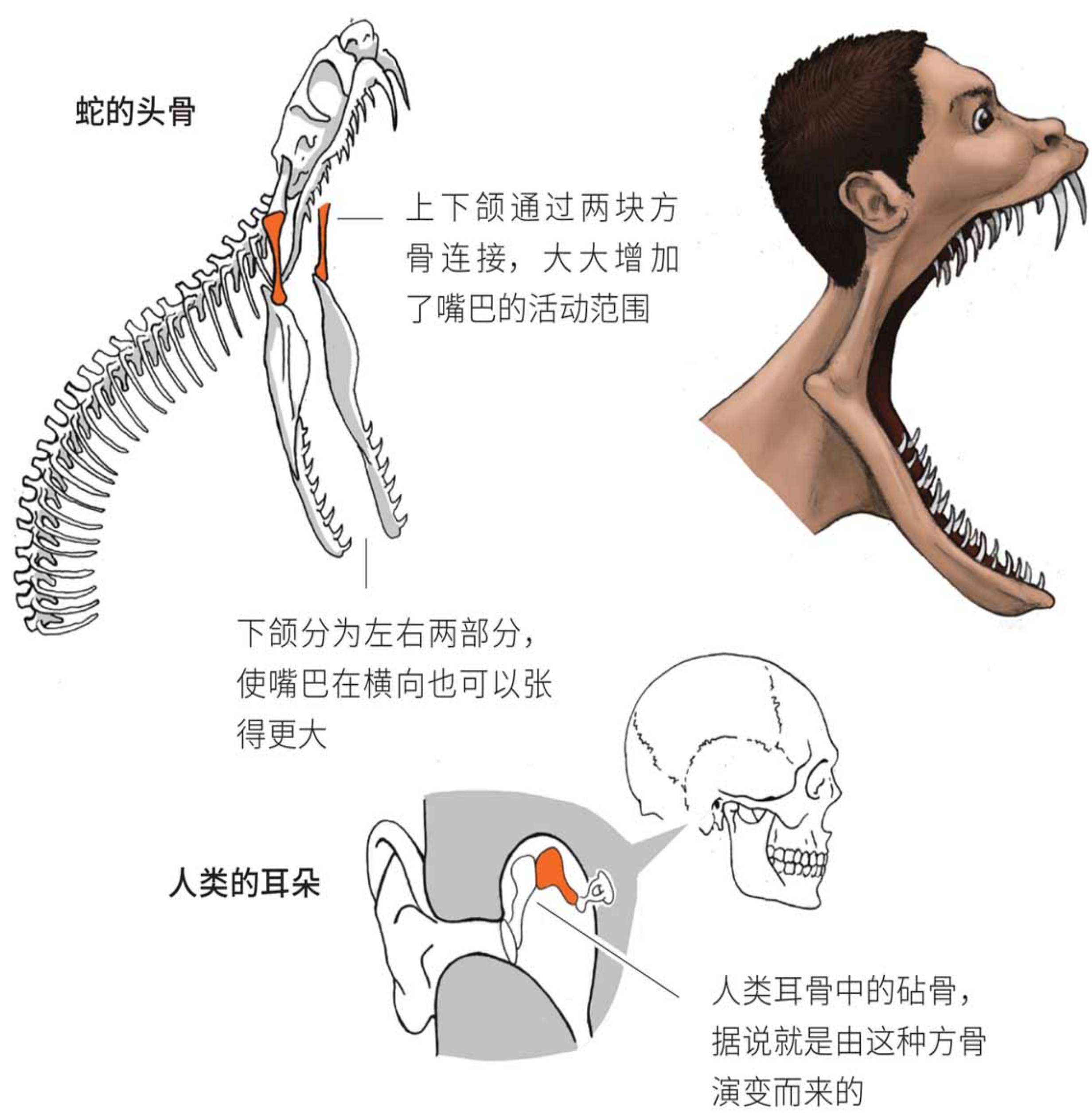
发达的颌部肌肉与强大的咬合力，全都得益于坚硬的头盖骨。下颌牢牢固定在关节内导致活动范围受限，但这种结构的好处是，嘴巴大幅度开合时，下颌不会轻易脱落。肉食性动物的下颌只能上下活动，无法用牙齿咀嚼或研磨食物。但对它们而言，肉类比植物类食物

更容易消化，不需要过多咀嚼。因此，肉食性动物没有平坦的臼齿，牙齿全都演化成可以咬断或撕碎食物的利齿。另外，它们的面部通常较为窄小，这似乎也与不需要咀嚼以及不需要大幅度张开嘴巴有关。



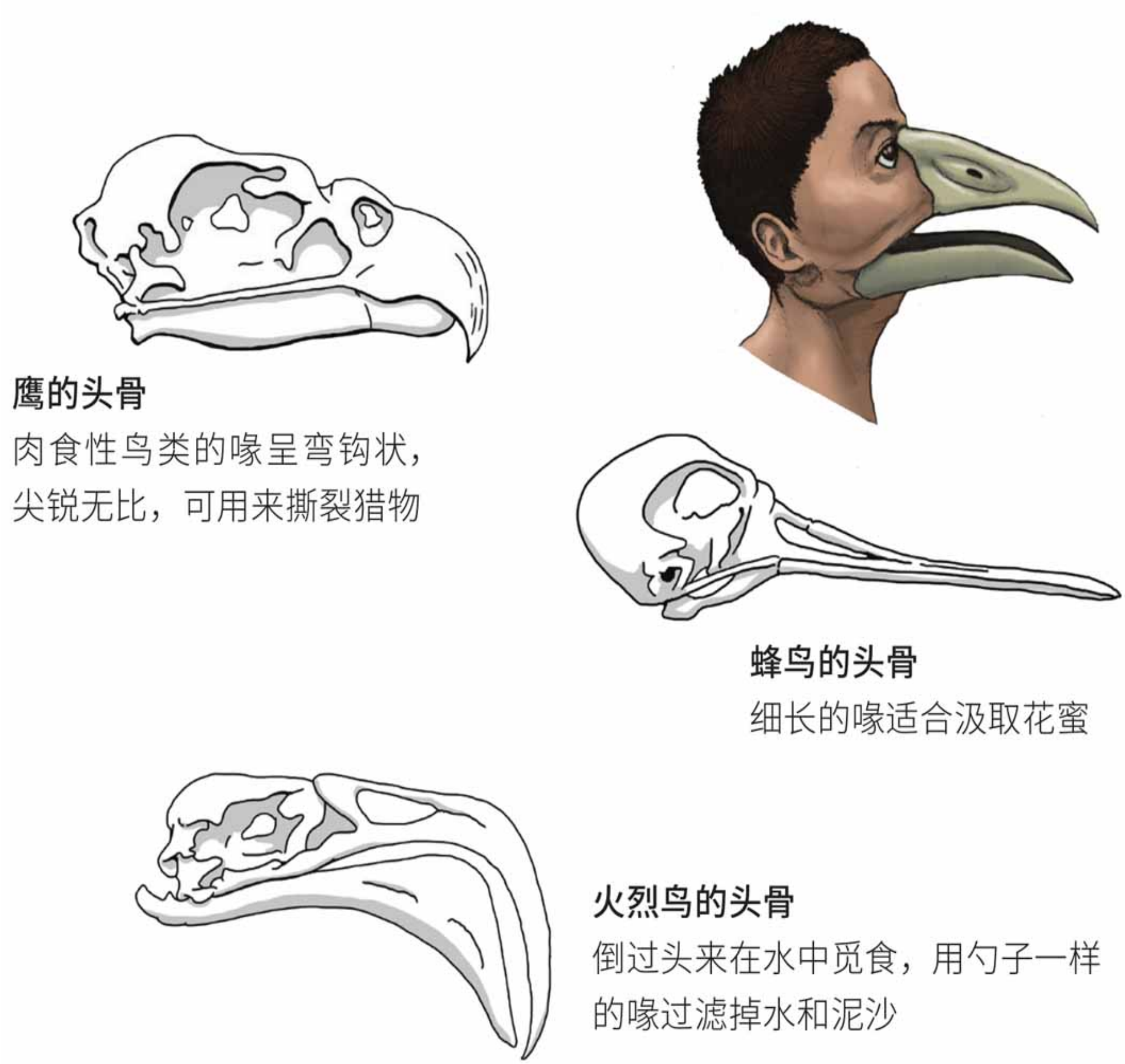
草食型

草食性动物与肉食性动物不同，它们的下颌与关节咬合较浅，形成较为松动的骨骼结构，因此下颌可以前后左右自由活动。相比于肉类，植物更难消化，吞咽前必须经过充分咀嚼，因此草食性动物的臼齿多而发达，整齐地排列在口腔内，这又使得草食性动物普遍头骨细长，面部较窄。数量较多的臼齿和可以自由活动的下颌，让它们在吞咽食物前能够充分咀嚼，有利于帮助消化。



整吞型

哺乳类动物的牙齿种类和形状较为多样，有门齿、犬齿和前后臼齿等，而爬行类动物的牙齿都差不多，所以它们无法咀嚼，只能将食物整个吞下。其中最厉害的当属蛇类，左右分开的下颌使它们可以完整地吞下比自己身体还大的食物。另外，蛇类通过方骨连接上下颌的两处关节，这大大增加了嘴巴上下开合的角度。而哺乳类动物没有方骨，据说它们的“方骨”变成了耳朵内部听小骨的一部分——砧骨。



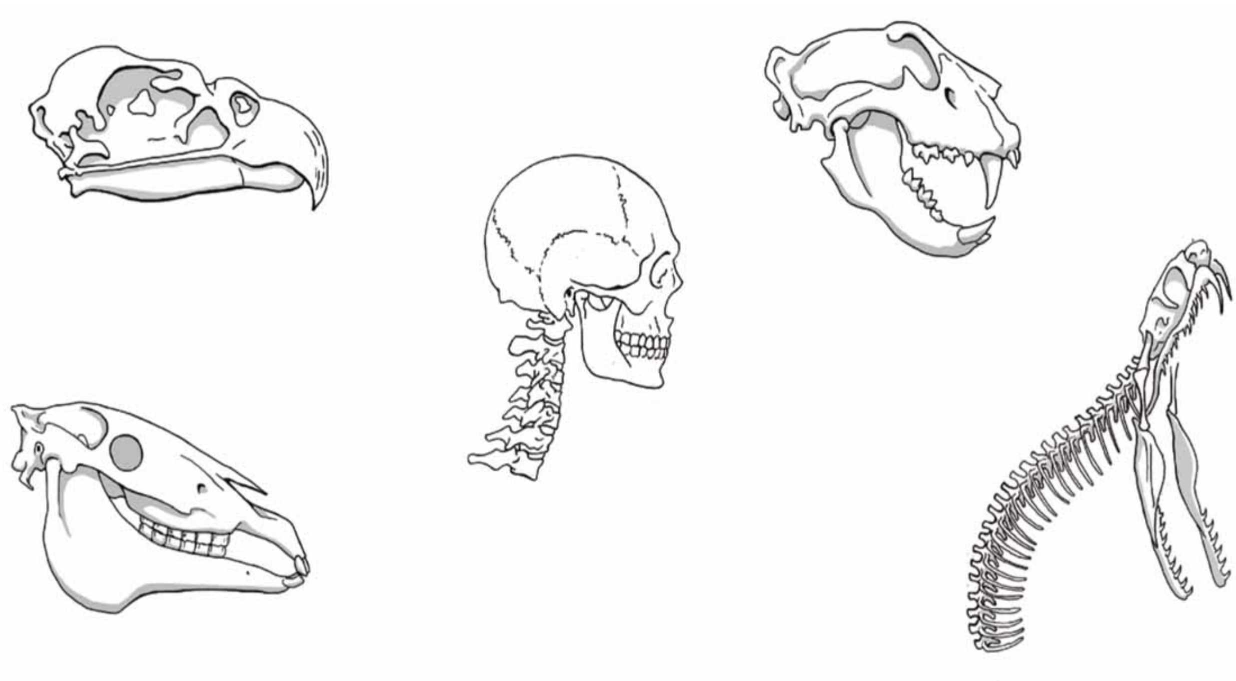
轻量型

生活在距今大约1.5亿年前的始祖鸟曾被认为是最早的鸟类，据说当时它们嘴里长有牙齿，但由于要在空中飞翔，为了减轻体重不得不舍弃牙齿，于是它们在演化的过程中长出了轻盈的角质喙来代替原来的牙齿。有的鸟类食肉，有的鸟类食草，因此它们角质喙的大小和形状也都各不相同。与爬行类动物一样，鸟类也无法咀嚼，它们吞下的食物会被带到一个叫作“砂囊”的袋状消化器官内，并被预先吞下的沙石磨碎。砂囊就是以这种方式来帮助鸟类消化食物的。

小结

进食是生物得以生存的最基本、最重要的需求，“以食为天”适用于所有生物。在此过程中，颌部起到的重要作用毋庸置疑。从鸟类、哺乳类、爬行类动物的祖先，一直追溯到部分鱼类后，我们发现远古时代的鱼类是没有下颌的。之后，出现了一群有下颌的鱼类，随着进食能力的提升，鱼类终于迎来地质史上举足轻重的大发展时代。这一时期的生物界发生了巨大变革，脊椎动物从海洋来到陆地，生存范围扩大以及生存环境的多样化使它们的食物也变得多样起来。

为了适应这一系列的变化，动物们颌部的形状也随之不断演化。仅仅通过观察颌部的形状、牙齿的形状及排列方式，我们几乎就能想象出这种动物是吃什么食物的。需要咀嚼食物的哺乳类动物，牙齿种类及形状的多样化尤为突出。此外，即便是用角质喙替代了牙齿的鸟类，也因为食物的不同而拥有各种形状的角质喙。



胸部的比较

动物的胸骨起着保护脏器和支撑呼吸肌的作用，胸骨的形状也会随着环境改变朝着不同方向演化。



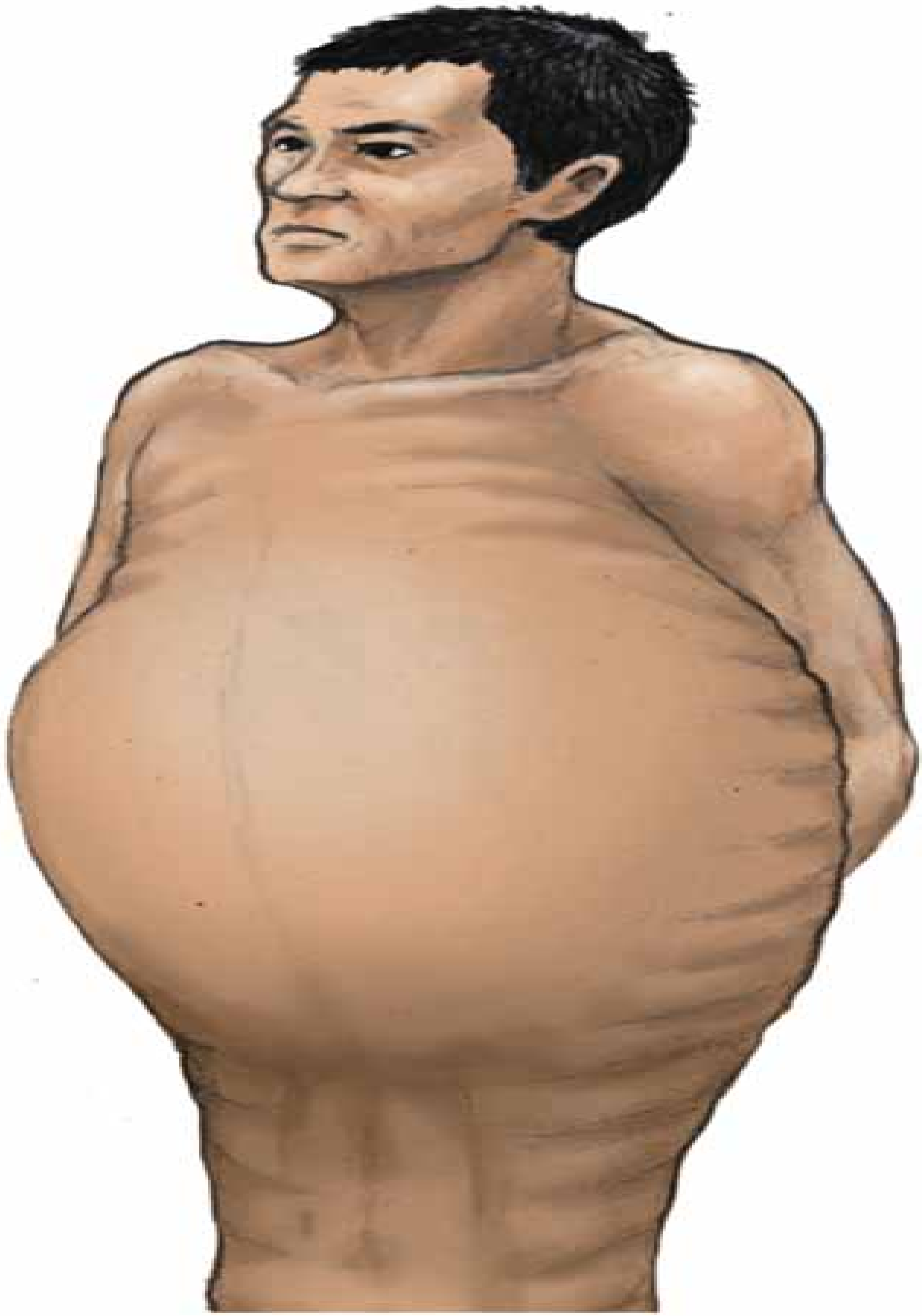
保护脏器 胸廓是由胸椎、肋骨和胸骨相互连接构成的笼状支架，保护着心脏等重要器官



保护全身 肋骨变成巨型“铠甲”，包裹全身



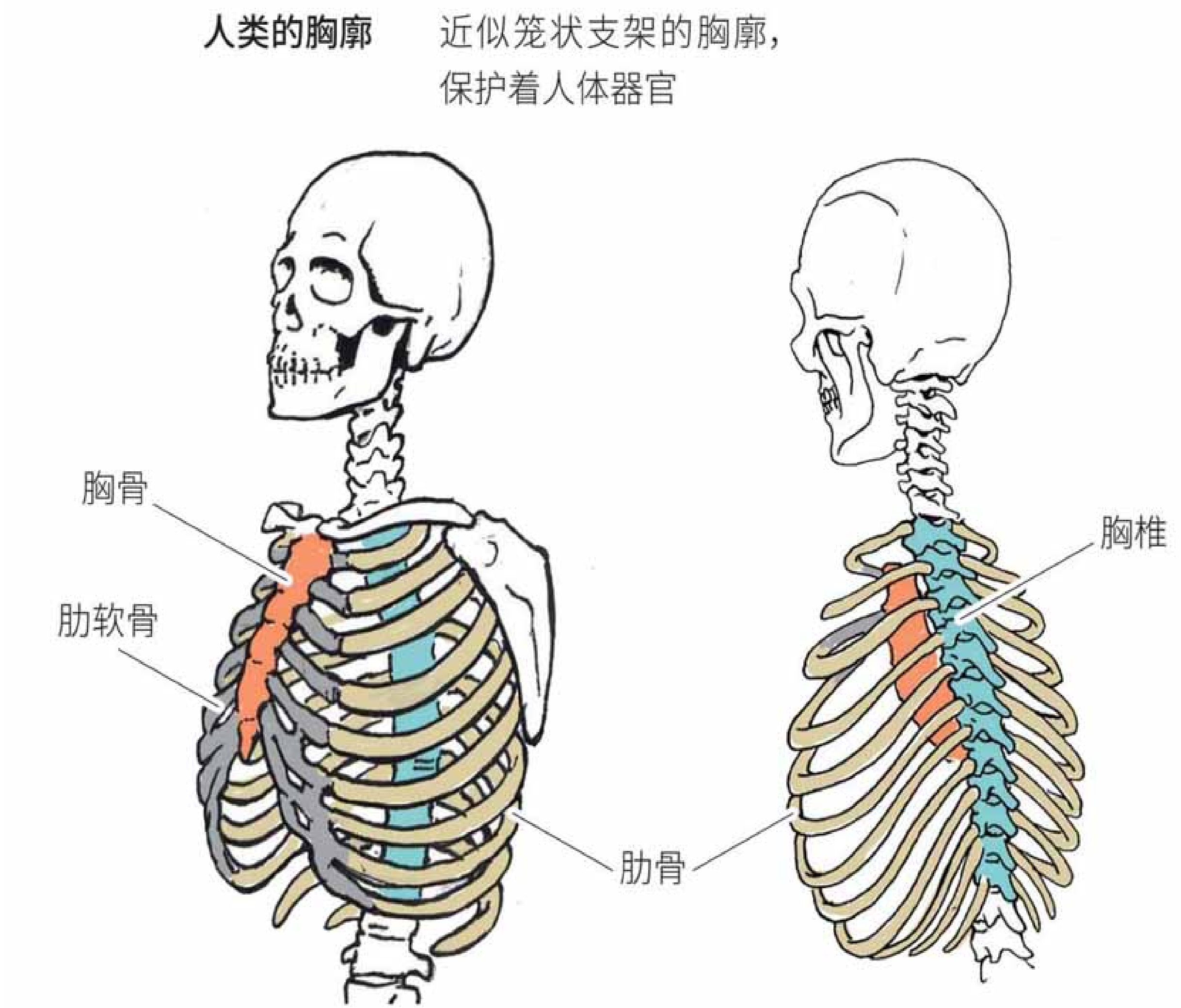
飞行•轻量型 骨骼轻盈，肋骨横向伸展，变成有助于飞行的骨骼结构



活动型 为了一口吞下大型猎物，胸部结构朝着可以自由扩张的方向演变。同时，这种结构也有助于爬行

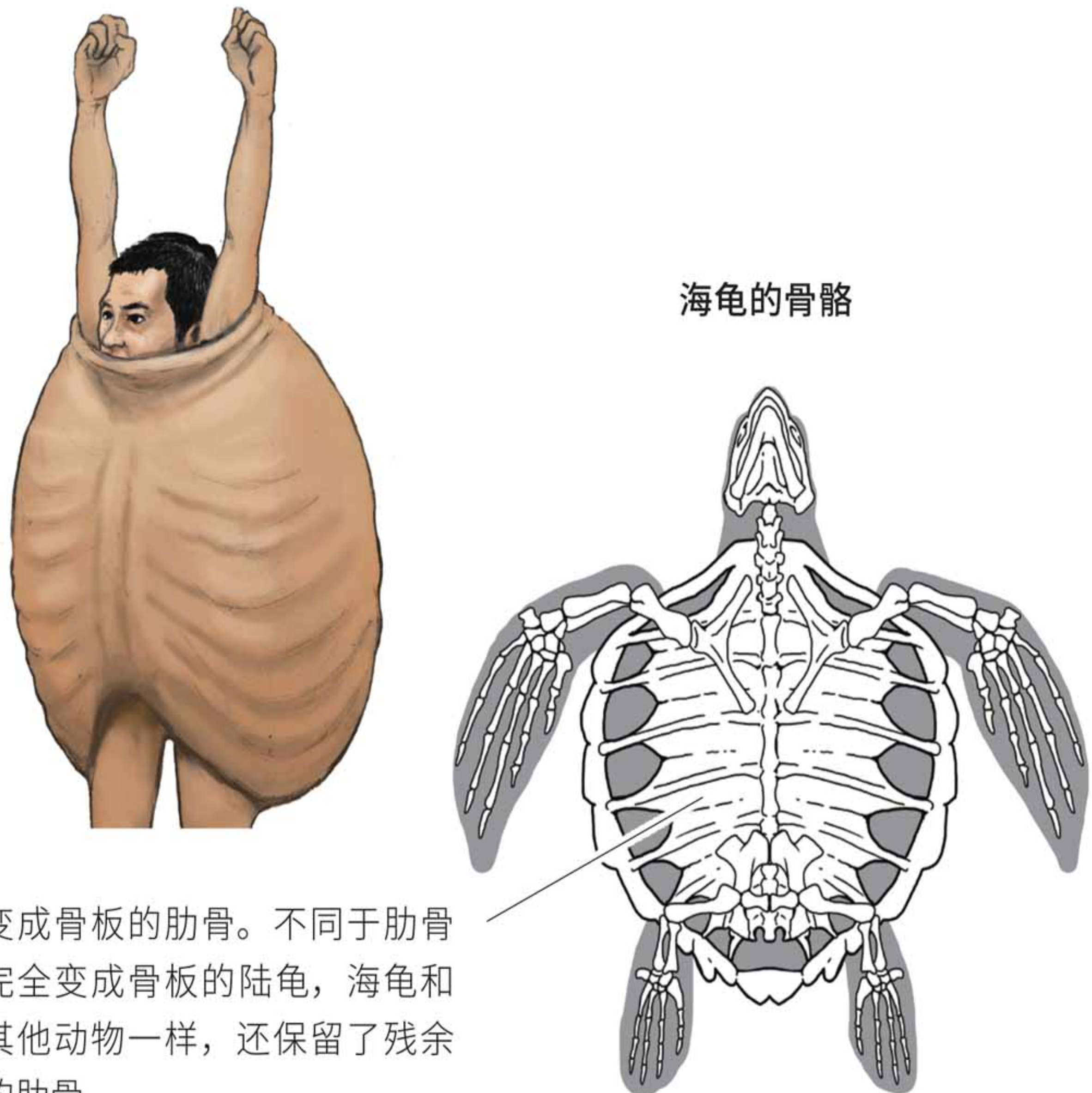


附着型 夸张的胸骨高高突起，为翅膀肌肉提供更大的附着面



保护脏器

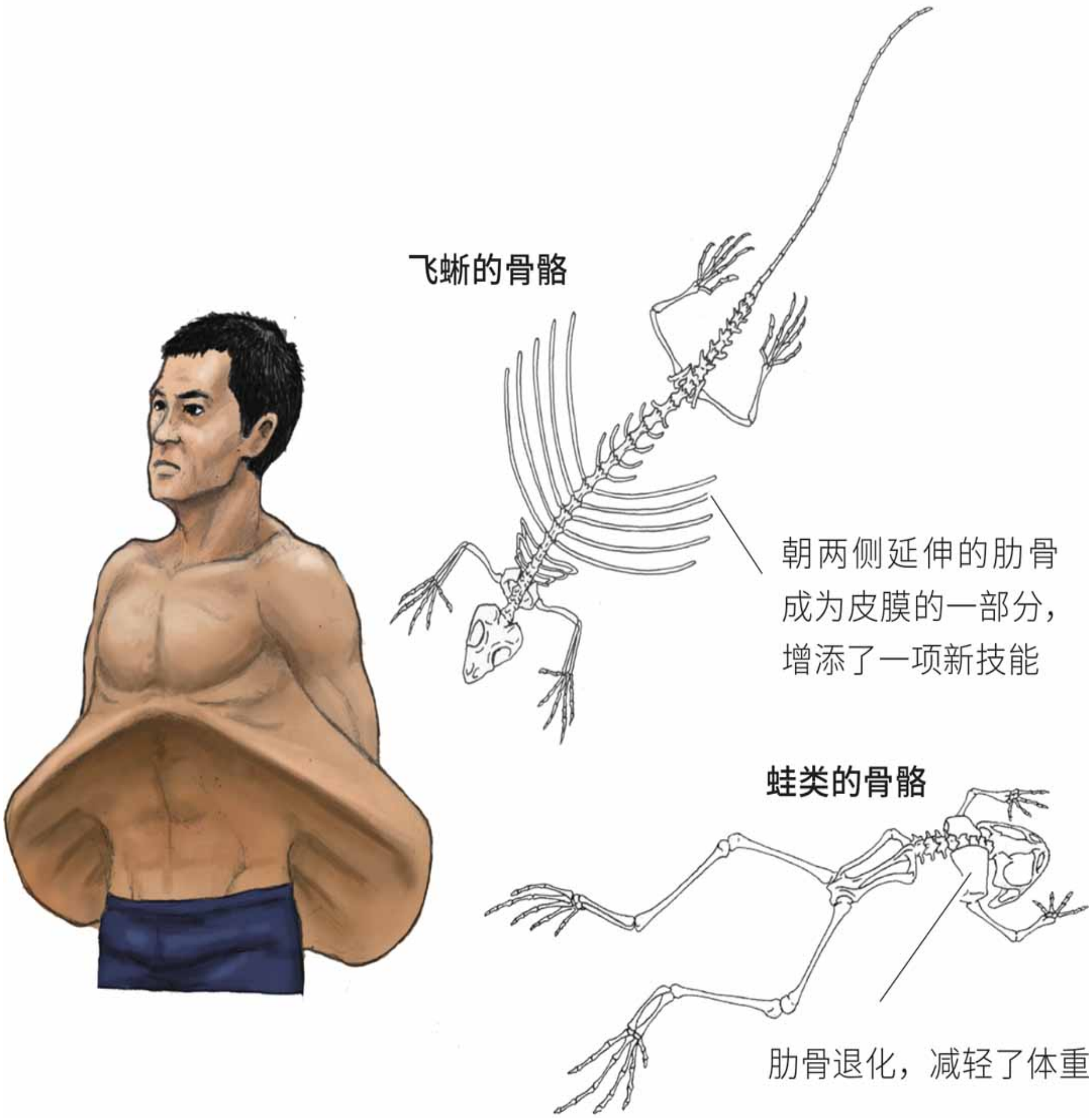
人类的胸部长有肋骨。肋骨从脊柱的胸椎出发，延伸并环绕至胸骨，彼此连接，形成一个近似笼状的支架，我们称之为“胸廓”。胸廓就像保护大脑的头盖骨一样，保护着心、肺等重要人体器官。而与大脑不同的是，肺在呼吸过程中会扩张和收缩，因此胸腔也必须具备一定的伸缩性来与之配合。负责完成这项任务的就是肋软骨。位于胸侧的肋软骨由透明的软骨构成，连接着胸骨和肋骨。当肺呼吸的时候，肋软骨便会发挥作用，辅助胸廓的扩张与凹陷。



变成骨板的肋骨。不同于肋骨完全变成骨板的陆龟，海龟和其他动物一样，还保留了残余的肋骨

保护全身

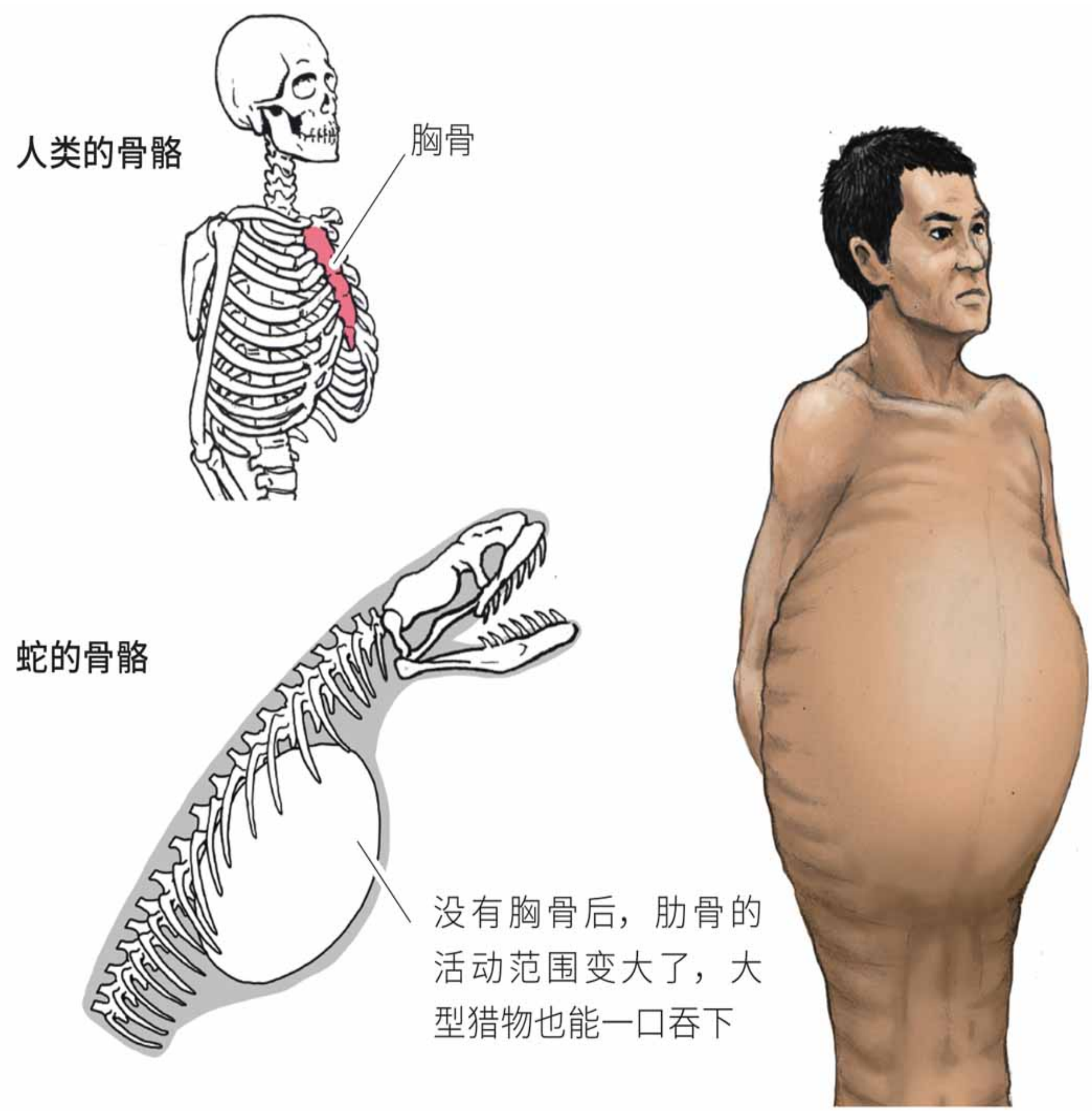
人类的肋骨是一种棒状的弧形小骨。而龟的肋骨不断延伸、变宽，脊椎变长，最后两者融合在一起，形成一整块大大的骨板，这也是背甲（龟壳的背部）形成的重要基础。人们普遍认为龟的腹甲（龟壳的腹部）是由胸骨与肋软骨演变而成的骨板，上下骨板构成胸廓，成为能够包裹全身的龟壳。这样一来，变成龟壳的胸廓完全丧失了伸缩性，无法支持肺部张缩有力的呼吸，不过却成为保护自身的坚硬“铠甲”。



飞行•轻量型

在心、肺等重要器官遭受外部冲击时，肋骨可以提供保护，起到缓冲的作用，此外，肋骨还能为呼吸肌提供附着面。不过，有些动物的肋骨还有其他功能，例如飞蜥的一部分肋骨朝身体两侧延伸，肋骨间被皮膜覆盖，滑翔时可用来充当翅膀。而蛙类又是另一个极端，它们的肋骨索性完全退化，没有肋骨的腹部极为柔软，跳跃着地时可起

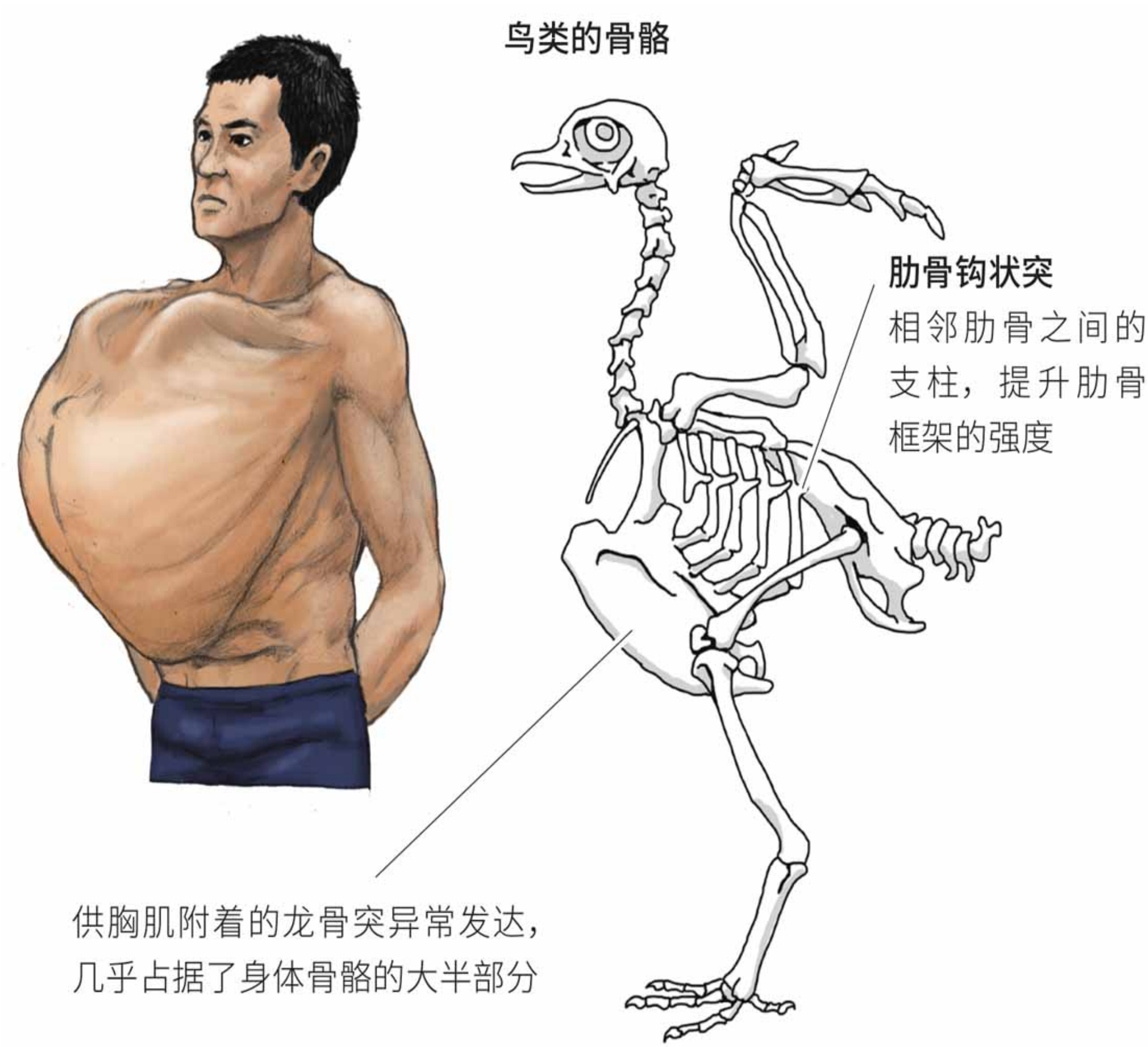
到缓冲作用。但由于缺少了肋骨，蛙类呼吸时胸肌没办法起到作用，只能通过收缩喉头，让空气经由鼻孔送入肺部。



活动型

蛇类身形细长，却可以一口吞下比自己还大的猎物，并且很快送到胃里。其他动物那种由脊椎、肋骨和胸骨连接而成的封闭型胸廓结构，恐怕无法整个吞下大型猎物，更不用说让其通过体内了。蛇类没有胸骨，这让它们的肋骨从封闭式结构中解放出来，甚至还可以根据

食物的大小向左右两侧自由扩展。另外，蛇能利用肋骨的骨尖，让凹凸不平的腹部与地面产生摩擦，用这种办法来推动身体朝前蠕动。因此，对没有四肢的蛇来说，肋骨还是帮助它们前行的重要器官。



附着型

鸟类在空中飞翔时需要保持体态轻盈，所以在它们的骨骼中，比较重的骨头都是中空的。为了弥补这一缺失，骨骼之间只有纵横交错且相互融合才能保证强度。这样的情况同样出现在胸廓内，我们发现鸟类的肋骨后方有一种钩状突起，连接着后面的肋骨，与肋骨连接的脊柱又与骨盆融合在一起，起到了提高骨骼强度的作用。然而，鸟类

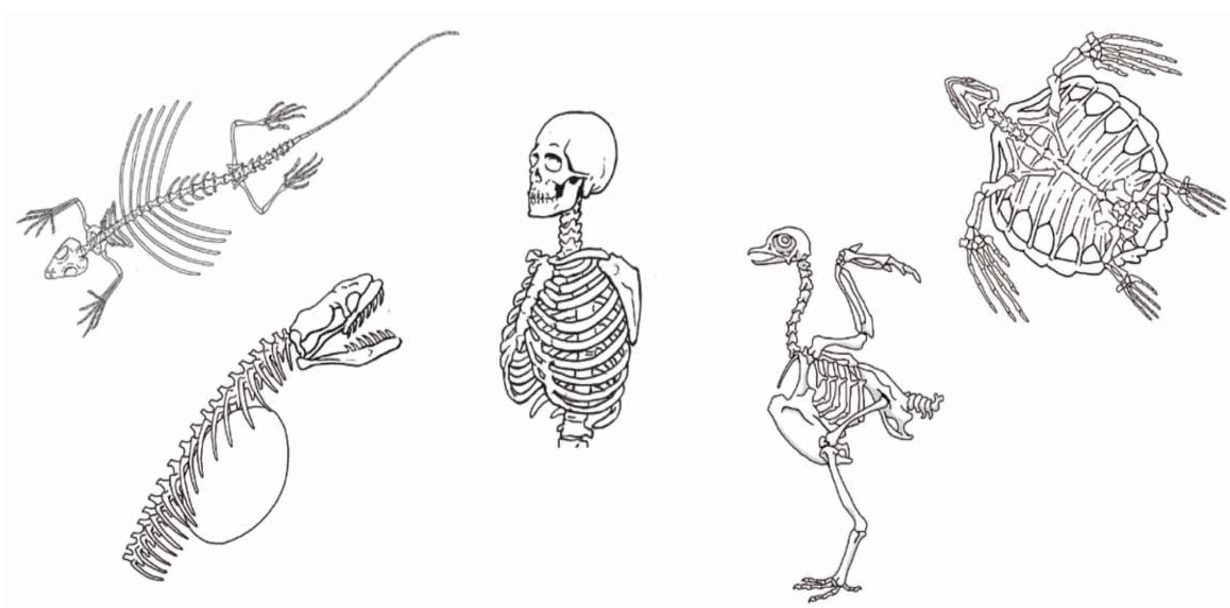
在减轻体重的同时却不能减少飞行要用到的胸肌。因此，它们胸骨腹侧正中有一块巨大的龙骨突，占据着胸廓的绝大部分空间，并且为发达的胸肌提供了更大的附着面。发达的胸肌加上巨型龙骨突，造就了鸟类超级夸张的胸部。

小结

我们已经给大家介绍了各种类型的胸部结构，包括龟的“铠甲”式胸廓和飞蜥充当翅膀的胸廓。

由肋骨、脊柱和胸骨围成的笼状胸廓，不仅能起到保护心肺的作用，还与呼吸密切相关。看似封闭的笼状结构其实具有弹性，可以随着肺部的一呼一吸做扩张与收缩的动作。

然而像青蛙和蛇这样的动物，别说笼状胸廓了，甚至连肋骨和胸骨都没有。它们无法用肺呼吸，换来的是拥有轻量化和灵活性的优势。总之，动物的演化或退化，功能如何取舍，完全取决于它们的生活环境。



动物小知识5 犄角



哺乳类动物的角

很多哺乳类动物的头上都长有形状各异、构造不同的犄角。牛科动物的犄角叫作“洞角”，是由骨心和表层的角质鞘组成的。长颈鹿的角直接被命名为“长颈鹿角”，与洞角唯一的区别是，长颈鹿角表层由皮肤构成。鹿的角属于“实角”，与长颈鹿角一样，实角的表面也是皮肤，里面是骨心，只不过随着骨心不断生长，表层的皮肤会老化脱落，最后只留下分了叉的骨质角。与洞角和长颈鹿角不同的是，实角有每年周期性脱落再生长的特点。

后记

看到这里，不知道大家有何感想。之所以写这本书，主要是想借由人体来科普各种动物的身体结构，通过这种方式让大家知道，动物在演化过程中，身体形态都发生了哪些变化。人类的演化过程与其他动物不一样，自然演变成与动物不同的样子。把人体强行变成其他动物，多少会有些奇怪，可能会让一些读者感到不适或“恐怖”，但我还是觉得，也许这样才能让大家更直观地了解动物的身体结构。

那么，在遥远的未来，人类是否会再次经历演化而变成书里那种奇怪的模样呢？我的答案是否定的。因为人类是一种高度社会化的动物，彼此分工合作，共同创造让自己更舒适的环境。未来的人类也许会在没有任何地球生物的外太空生存，实现太空殖民的梦想，并且舒舒服服地生活在那里。换句话说，即使到时候自然环境发生了变化，人类也不再需要通过改变自身来适应环境。

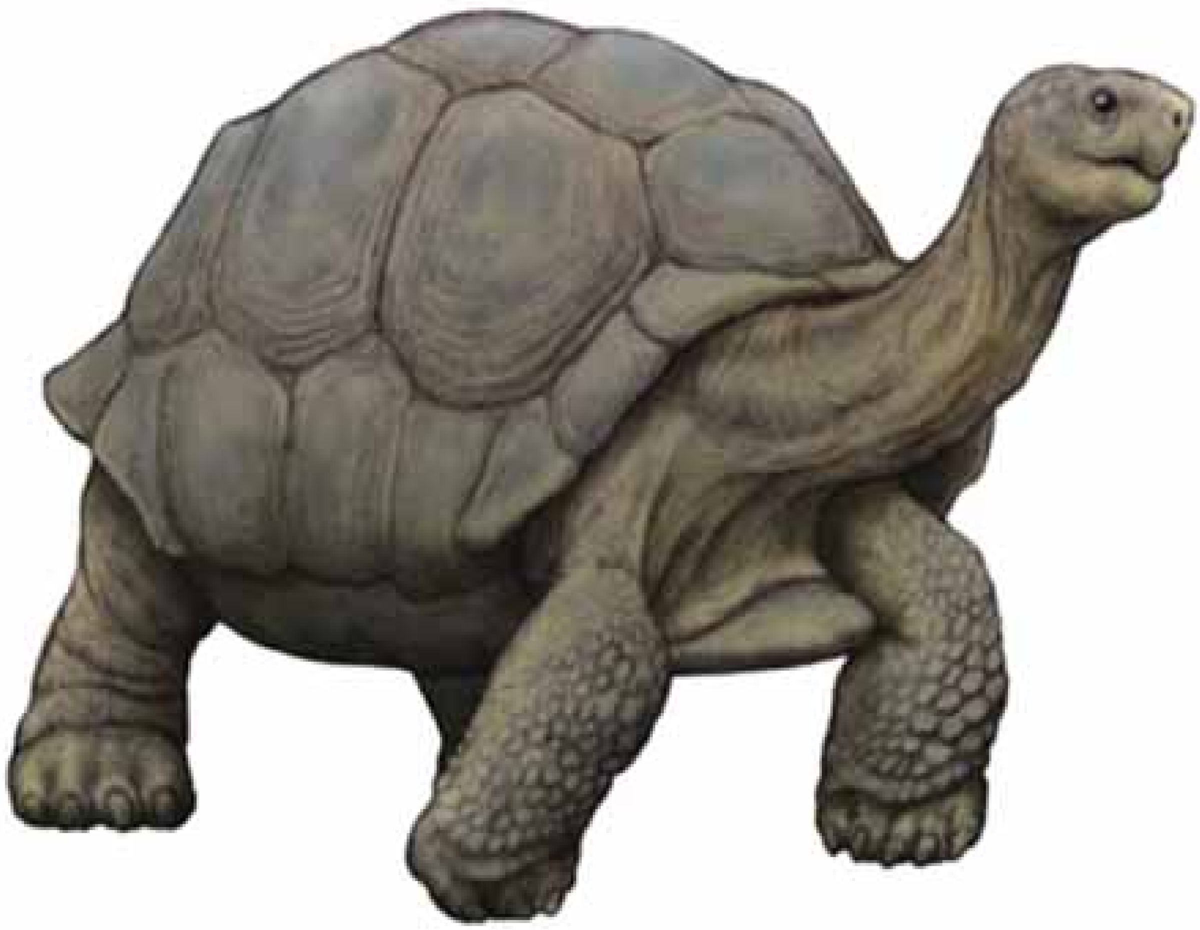
最后，责编北村耕太郎先生为本书的创作提供了诸多帮助，在有限的时间内迅速拟订出书计划并提供资料，再次表示感谢。

川崎悟司2019年11月

延伸阅读

《骨骼百科 骨架 惊人的形态与功能》
安德鲁·柯克著 布施英利监修 和田侑子译（Graphic社）
《从骨骼看生物的演化》
让·帕蒂斯·德·帕纳菲约著 小畠郁生监修 吉田春美译（河出书房新社）
《灭绝的哺乳动物图鉴》冨田幸光著（丸善出版）
《MOVE图鉴 动物》（讲谈社）
《MOVE图鉴 鸟类》（讲谈社）
《MOVE图鉴 爬行类＆两栖类》（讲谈社）
《恐龙为什么演化成了鸟类》
彼得·D.沃德著 垂水雄二译（文艺春秋社）
《曾经在陆地上行走的鲸鱼》大隅清治著（PHP研究所）
《“生命”是什么？它又是如何演变的？》
牛顿科学杂志别册（牛顿出版）
《地球大图鉴》詹姆斯·F.鲁编（NEKO出版）
《生物之谜与进化论趣味丛书》中原英臣 佐川峻著（PHP研究所）
《灭绝动物数据报告》今泉忠明著（祥伝社黄金文库）
《灭绝的哺乳动物》冨田幸光著（丸善出版）
《大型灭绝动物大百科》今泉忠明著（DATAHOUSE）
《神秘莫测的生物史》金子隆一著（同文书院）
《特别展 生命大跃进 脊椎动物如何进化》
（日本国立科学博物馆、NHK出版、NHK Promotion）
《古生物探索 石炭纪、二叠纪生物》土屋健著（技术评论社）
《古生物探索 三叠纪生物》土屋健著（技术评论社）
《古生物探索 白垩纪生物》土屋健著（技术评论社）
《古生物探索 白垩纪生物 上》土屋健著（技术评论社）
《古生物探索 白垩纪生物 下》土屋健著（技术评论社）
《神秘的灭绝动物》北村雄一著（大和书房）

《不可思议的动物：神秘的生物世界》
牛顿科学杂志别册（牛顿出版）
《大型哺乳动物展2生存作战》
（日本国立科学博物馆、朝日新闻社、TBS东京放送、BS-TBS株式会社）
《企鹅为什么不会飞？那些选择海洋的鸟类》
绵贯丰著（恒星社厚生阁）
《从进化树读懂进化史》长谷川政美著（BERET出版）
《企鹅》爱丁编（日贩IPS）




日本妖怪
日本の妖怪百科

版权信息

书名：日本妖怪
作者：【日】岩井宏实
译者：黄悦生
出版社：湖南文艺出版社
出版日期：2021-12-01
ISBN：9787572604621

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

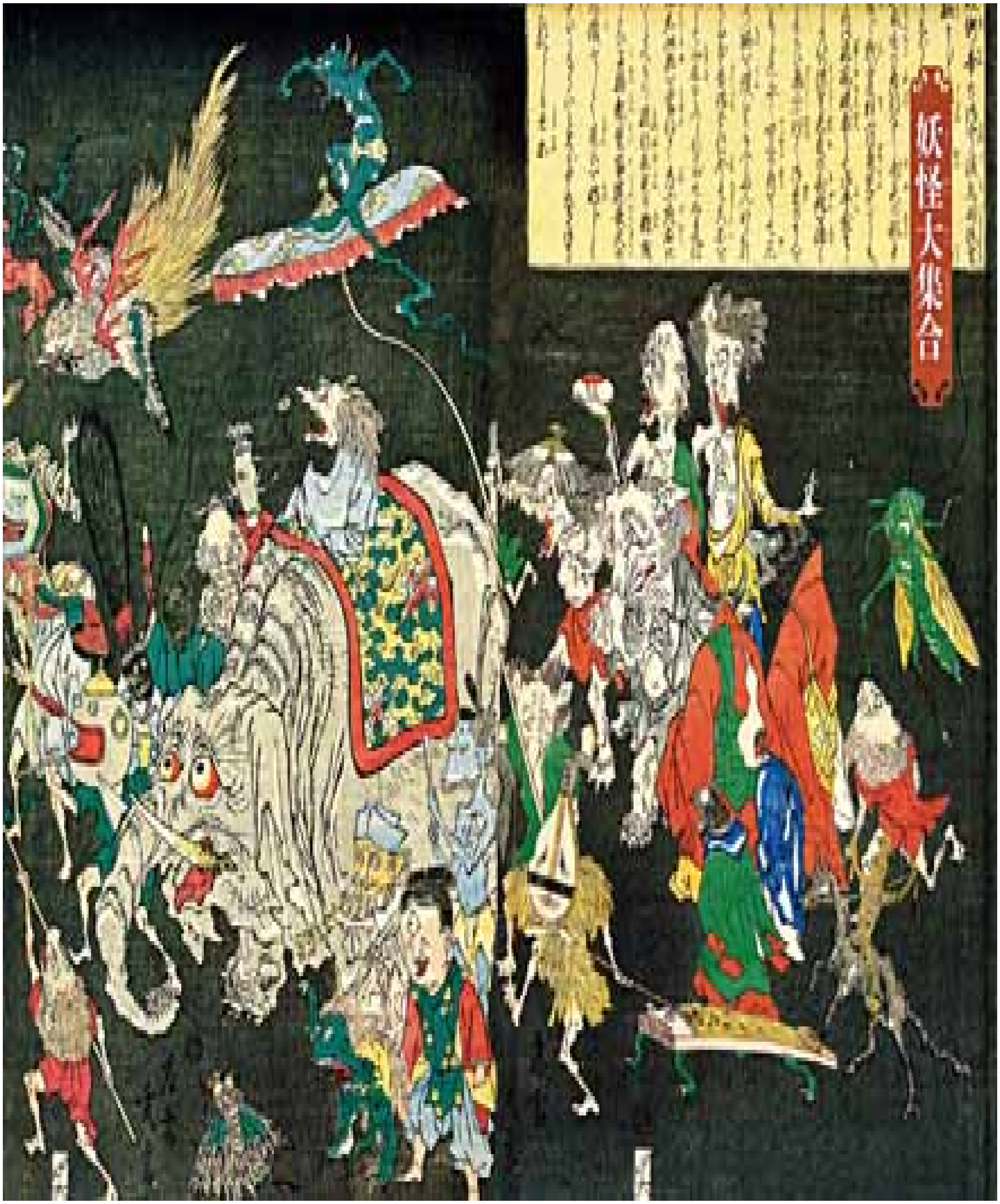
版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

一 山里的妖怪
妖怪是什么？
鬼
天狗
大太法师
木灵
蛇
狼
山姥·山爷
山童
一目小僧·一本踏鞴
饥饿神
觉
魑
大百足
狒狒
貉
飞鼠·百百爷
鼬
猩猩
子泣爷·粉挽爷
山彦
手长足长
二 水里的妖怪
妖怪和幽灵有什么不同？
河童
蟾蜍
甲鱼
生鬼·濡女

人鱼
小豆洗·小豆淘·小豆量
芝天狗·水蝠
亡者舟·海难法师
海坊主
舟幽灵
桥姬
川姬
川天狗
獭
川熊
海幽灵
矶抚
共潜
赤鲟
三 村里的妖怪
妖怪会在什么样的地方出没呢？
狐狸
狸子
土蜘蛛
产女·柳女
雪女
大首
魃·赤舌
镰鼬
见越入道
片轮车·轮入道·胧车
涂壁·野衾
野篦坊
立缲返
钓瓶落
蓑火
铛铛火·天火
夜行怪·无头马
泥田坊
吧嗒吧嗒·吧嗒吧嗒先生

朱盘
算盘坊主
一反木绵
袖引小僧
手目坊主
雨女
雷兽
雨降小僧
小雨坊
四 宅院里的妖怪
妖怪会在什么时候出现呢？
化猫
鼠
辘轳首
读绘卷
犬神
元兴寺
座敷童子
油坊·油赤子·油返
读绘卷
垢尝·天井尝
枕返
恙虫·吉六虫·常元虫·菊虫
钱神·金灵
长壁
加牟波理入道
毛羽毛现
目竞
古库里婆
面疠鬼
小袖之手
二口女
目目连
后记 现代还需要妖怪吗？
主要参考书目



《妖怪图》

秀斋

早稻田大学图书馆藏

卧病在床的后鸟羽法皇梦中出现的妖怪大游行







《百种怪谈妖物双六》

歌川芳员

东京都立中央图书馆特别文库室藏



一
山里的妖怪



人们自古以来就认为：山里跟海底一样，是被神秘力量统治的世界。对在山里干活的人来说，统治山的山神和自己关系最密切，同时又是最可怕的。在人们的想象中，山神改头换面，变成了“鬼”“天狗”“山姥”“山爷”“一目小僧”“大百足”“大太法师”等面目狰狞的妖怪。

妖怪是什么?

岩井宏实

自古以来，无论是住在村落、山里还是海边，人们都不得不面对大自然生活。然而，大自然拥有一种超越人力的神秘力量，使人们在生活中随时意识到它的强大。大自然经常发生莫名其妙的事情和不可思议的现象，让人们恐惧不已。这些事情和现象就是所谓“妖怪”。古时候的人把妖怪称为“鬼魂”，还用“百鬼夜行”“魑魅魍魉”等可怕的词语来描述，后来才习惯称之为“妖怪”或“怪物”。

这些神秘的事情和现象，起初可能只有一两个人遇到或经历过。但是，很快它们就成了过着同样生活的人的共同意识。既然有着同样的知识和经验，那么人们对灵魂或神的观念也就逐渐趋同了。于是，按人们想象而呈现出某种特定样貌的妖怪应运而生，开始与人类打交道。虽然日本列岛南北相距很远，各地妖怪的形象或出场方式却大致相同。

在人们的观念中，妖怪这种神秘之物，无论会给自己每天的生活带来幸运还是不幸，那都是神的安排。就这样，人们逐渐产生了把神和妖怪视为一体的想法。而且，在众神之中，也有很多这种情况：神圣的灵所拥有的神秘力量逐渐衰弱、没落之后，就被认为变成了妖怪。对人类有益的妖怪被当作神来崇拜，而对人类有害的妖怪则一直都是可怕的妖怪。

妖怪的形象会随着人类的想法而发生变化，也会随着时代变迁而发生变化。妖怪经常危害和恐吓人类，但有时也会给人类带来恩惠。当人类侵犯妖怪的领域，破坏其神秘性，或者违反了人伦道德时，妖怪就会对人类进行无情的恐吓和精神压迫；但如果人类与妖怪亲近而友好地相处，而且在生活中遵守道德，那么妖怪就会帮助人类，或者给人类带来快乐。



《百鬼夜行绘卷》

日本国立国会图书馆藏

另外，妖怪还能通过与人类进行交流，在人类精神紧张时给予心理安慰。这种两面性正是日本妖怪的特色。

鬼

让人害怕的鬼，给人带来好处的鬼

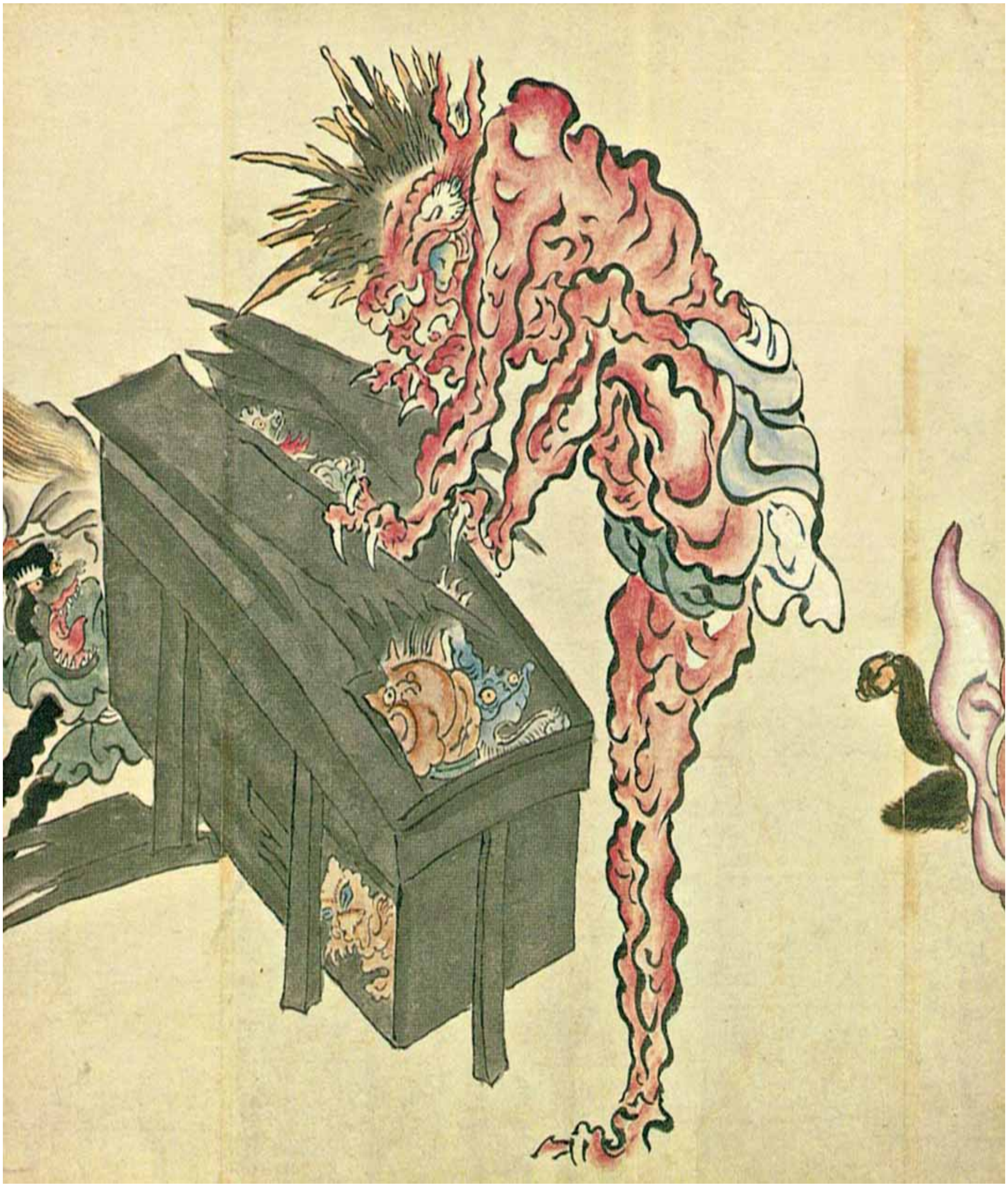


日本人所说的鬼

鬼，是日本代表性的妖怪。在各种妖怪中，鬼最残暴且能力强，经常面目狰狞地跳出来抓人或袭击人。自古以来人们就很怕它。不过，鬼有时候也会为人驱除作恶的冤魂。

在日语中，有很多跟“鬼”有关的谚语。例如：“鬼眼也会流泪”[1]表示铁石心肠的人偶尔也会心软，“鬼持铁棒”[2]表示如虎添翼，“像砍了鬼头一样”[3]表示立下大功而得意扬扬。此外，还有“趁鬼不在喘口气”[4]，“工作之鬼”[5]，“空谈明年事，鬼都嘲笑你”[6]等许多谚语或俗语。

另外，鬼自古以来就经常在历史书、物语或能乐、歌舞伎等传统戏剧以及地方戏曲中出场。由此可见，鬼在日本人的心中占据着非常重要的位置。



《百鬼夜行绘卷》

日本国立国会图书馆藏

吃人的鬼

从前，某地（位于现在的奈良县）有个女子，一直没遇到意中人。后来有人来提亲，她就同意了。结果在成亲当晚，她被吃得只剩下头和手指。原来那个新郎是鬼。这是奈良时期的传说，收录在平安时期编纂的佛教故事集《日本灵异记》里。那个时代的人们相信：含冤而死之人的亡灵会变成鬼，然后诅咒死世上的人。

能乐《黑冢》则讲了个关于“鬼婆”的故事。鬼婆住在福岛县阿武隈川东岸的安达原上。每次有路过留宿的旅客，鬼婆都会吸其血，食其肉。

奈良时期，和歌山县熊野有个名叫东光坊祐庆的和尚。他在全国各地修行，途经此地时，看见有间石屋，屋里住着一个老太婆。和尚见夜色已深，便请求在此留宿一晚。

老太婆请他进屋，然后说：“我现在要去山里取柴。你待在这里，但千万不能偷看卧室。”说完就出去了。和尚觉得好奇，就朝卧室里看了一眼——里面竟然堆着许多具被咬死的人的尸体！和尚大吃一惊，急忙逃到屋外。老太婆发现之后，现出鬼的原形，紧追起来。眼看就要被追上，和尚对着随身携带的佛像诵念秘密咒语。佛像顿时飞到空中，向鬼婆放箭，将其击退。

大江山的酒吞童子

在各种鬼故事中，最有名的是“大江山的酒吞童子”。

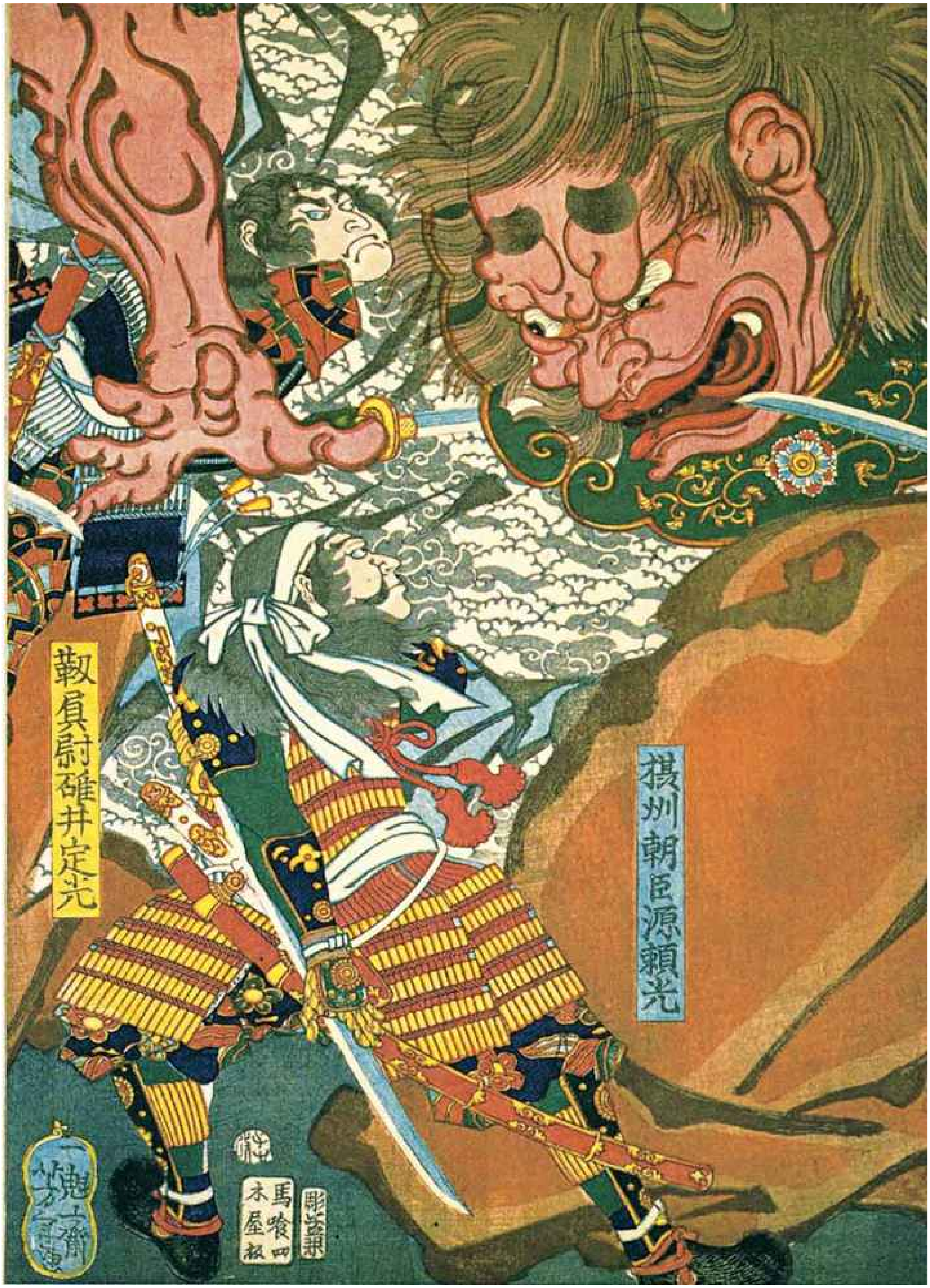
传说在京都府北部丹波的大江山住着鬼，经常抓走京都城里以及附近一带的人，十分可怕。这些鬼的首领长着喝过酒似的红脸，样子如孩童，所以被称为酒吞童子。有一次，池田中纳言的公主被抓走，源赖光[7]受命前去讨伐。源赖光带领四名部下，打扮成修验道僧人，向

大江山进发。来到大江山之后，源赖光和喜欢喝酒的恶鬼一起畅饮，骗他们喝下毒酒，趁其醉倒时，砍下他们的脑袋，救出了公主。



岛根县大元神乐的般若面具

日本国立民族学博物馆藏


靫負尉碓井定光
摂州朝臣源頼光

《赖光四天王大江山降鬼神之图》

月冈芳年

日本国立国会图书馆藏

在日本，人们自古就相信，神来到世上时是以“童子”的面目出现的。所以，酒吞童子被认为是山神沦落而成的鬼。而山神是人类祖先的灵魂进入深山变成的。



《罗生门渡边纲斩鬼腕之图》

月冈芳年

日本国立国会图书馆藏

山神原本是统治山林，时而给人带来恩惠，时而给人以严厉惩罚的神。但佛教传入日本并广为流传之后，人们对神的传统信仰就渐渐变淡薄了。最澄[8]法师在比睿山创建延历寺，以其作为天台宗的中心地之后，原本统治着比睿山的山神就被赶走，盘踞于大江山，变成样子如孩童的鬼，祸害人间。

变成各种样貌的鬼

佛教认为，生前作恶多端的人死后坠入地狱，而地狱里的狱卒就是鬼。《地狱图》的创作目的是向人们展现地狱的恐怖，所以画中的鬼面目狰狞，对下地狱之人百般折磨。

人们熟悉的鬼的形象是在中世（镰仓时代和室町时代）形成的——外形像人，头上长角，有獠牙，肤色或红或青，赤身露体，腰间系着虎皮兜裆布，手上拿着铁棒。

不过，面目狰狞的鬼还可以变成小伙子、美女、小女孩等各种样貌，以此骗人。

平安时代的民间传说集《今昔物语》记载了这样一个故事。某个月圆之夜，三个年轻的姑娘在松林间走路。走着走着，她们遇到一个站在松树底下的男人。他拉着其中一个姑娘的手走进树荫里，然后两个人说起话来。另外两个姑娘以为同伴很快就会回来，便留在原地等待，不料谈话声停止后仍不见她走出来。过了片刻，两人往树荫里一看，只见地上是同伴七零八落的残肢断臂。

能乐中有一出戏剧叫《红叶狩》，内容大致是这样的：平惟茂去长野县户隐山猎鹿，遇到一位身份高贵的美丽女子，她带着侍女在赏红叶。女子频频向平惟茂劝酒，待其喝醉酣睡时离去。忽然，平惟茂

睁开眼睛，看见女子变成了恶鬼，正要向他扑过来。他吓得一边向八幡大菩萨[9]祈祷，一边挥舞神剑，才好不容易降伏了恶鬼。

江户时代出版的书则记载了这样的故事：小石伊兵卫尉带着有身孕的妻子进山，妻子在山中生下孩子。这时刚好有个女子经过，伊兵卫尉就拜托她照顾婴儿。不料那女子突然大大地张开嘴巴，一口把婴儿的头吃掉了。



《源赖光进大江山之图》

歌川芳员

静冈县立中央图书馆藏

驱除恶灵的鬼

类似这种鬼抓人、鬼吃人的恐怖故事有很多。不过，民间传说中也描绘了各种各样反过来被人惩罚的鬼、帮助人的鬼。例如：《桃太郎》里被痛打一顿的鬼，《一寸法师》里用万宝槌帮一寸法师把身体变得高大起来的鬼，《摘瘤爷爷》里把善良爷爷的瘤子摘下来安到坏心肠爷爷的脸上的鬼……

人们自古相信，鬼能够发起雷、风、暴风雨等人力无法控制的天象。因此，雷神、风神也被描绘成鬼的模样。同时，人们又相信，平息或赶走风雨雷电、守护人们生活的也是鬼，并在传统戏剧和节日活动中将其表现出来。


平惟茂戸隠山

《新形三十六怪撰·平惟茂在户隐山降伏恶鬼之图》

月冈芳年

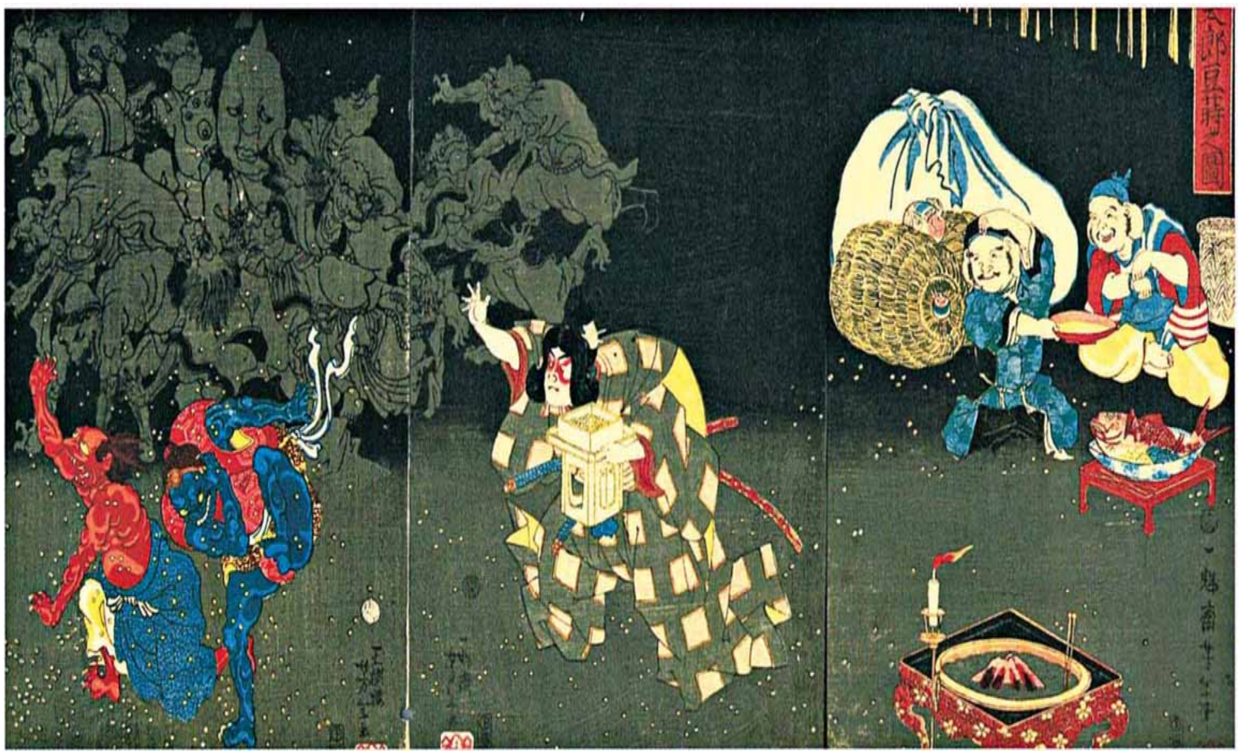
日本国立国会图书馆藏



延历寺的僧人良源，化身为鬼，祈祷驱除疫病神。画着这个形象的护身符，被称为角大师

另外，人们还认为，鬼会在一年中固定的日子来访。二月的节分[10]即是一例。为了不让鬼在节分当晚侵入家中，人们在门口插上沙丁鱼的头或柊树叶，或是撒豆子。这个风俗习惯源于从中国传来的“鬼会害人”的观念。

而在有些地方，人们把鬼视为能给人带来幸运的神。出于这种想法，他们在节分撒豆子时不是喊一般的“鬼出去，福进来”，而是喊“福进来，鬼也进来”。



《桃太郎撒豆驱邪之图》

月冈芳年

早稻田大学图书馆藏



《桃太郎撒豆驱邪之图》

月冈芳年

早稻田大学图书馆藏

注释：

[1]日语原文为“鬼の目にも涙”。——本书脚注均为译者注

[2]日语原文为“鬼に金棒”。

[3]日语原文为“鬼の首をとったよう”。

[4]日语原文为“鬼のいぬ間に洗濯”，表示趁害怕的人不在时好好放松一下。

[5]日语原文为“仕事の鬼”，表示工作狂之意。

[6]日语原文为“来年のことをいうと鬼が笑う”，表示将来的事无法预测。

[7]源赖光（948—1021）：日本平安时期的武将。

[8]最澄（767—822）：日本平安时期的高僧，日本天台宗的开山鼻祖。

[9]八幡大菩萨：日本的弓箭之神，能镇守家园，祛除灾厄，保佑人才平安，因此信

[10]节分：日本自古将立春、立夏、立秋、立冬的前一日称作节分。江户时代以来，节分多指立春的前一日。节分有这样的风俗习惯：人们一边喊着“鬼出去，福进来”，一边把炒熟的黄豆撒在屋内和院子里，以驱邪招福。

天狗

长鼻子、红脸，住在深山里，能在空中飞来飞去



天狗与人的关系

天狗和鬼并列，是山中妖怪的代表。天狗长着红脸和长鼻子。在日语中，“高鼻子”[1]用来形容得意扬扬的心情，如果这种心情过于强烈而变得傲慢自大，则说成“变成天狗”[2]。

天狗穿着类似修验道僧人的服装，手里拿着羽毛扇，有神通法力，可以随意在空中飞来飞去。不过，天狗的这种形象是在室町时代才固定下来的。在那之前，各个时代、各个地方的天狗的形象各不相同。有像大流星的，有像狸子的，也有长着乌鸦嘴巴的（也就是“乌鸦天狗”）。可见，天狗和人们的生活有着密切的关系。

不管是谁，走进深山都会觉得不安和恐惧。从古至今都是如此。因此，人们认为山里的奇怪声音和山火等现象都是隐身的天狗所为。正因为看不见，人们才确信它具有人类难以想象的怪力。


和漢百物語
宮本無三四
山閑人交来記

《和汉百物语·宫本无三四》

月冈芳年

日本国立国会图书馆藏

宫本武藏在山中与修行僧决斗。修行僧一被击倒，就立刻变成天狗逃走了


宮本無三四
國芳画

《宫本无三四》

歌川国芳

日本国立国会图书馆藏

天狗倒和天狗鼓声

有一种奇异现象叫“天狗倒”——人在深夜听到用斧子或锯子砍伐树木的声音，次日早晨去附近察看，却发现并无异样。另外，还有“天狗砾”——人在晚上进山，不晓得从哪里飞来许多小石子，仔细看的话，小石子却又不见踪影。

还有“天狗笑”——大白天的，周围明明没人，却突然听到大声叫唤自己的声音，或哈哈大笑声。群马县流传着这样一个故事：有人在山路上独自行走时，似乎听到谁在笑，环顾四周却不见人影。继续往前走时，又听到一阵大笑声，于是他也以笑回应，结果听到更大的笑声。他觉得很害怕，一溜烟逃回家去了。

有的天狗不只是笑，还会跟人搭话。在和歌山县，有个名叫多七的人外出办事，回来时天色已晚。经过一片松林时，他看见一棵大树下整齐地摆放着一双草鞋，本想顺手牵羊拿走，但还是打消念头，从大树旁走过。这时，树上突然传来一个声音：“你的人品不错嘛。”这是天狗在对他说话呢。

除此之外，人们还会在山里突然听到太鼓和伴奏的声音。这就是“天狗鼓声”“天狗伴奏声”。在群马县，传说在雨雾迷蒙的日子里，人们会听到呜呜的笛声和咚咚的鼓声。

天狗火和天狗摇晃

半夜，有时会发生火球飞舞的现象，即“天狗火”。

在爱知县，有个名叫留吉的人，拂晓出门去割草时，看见对面山上有一颗火球向上飞舞。不一会儿，火球变成两颗，然后越变越多，最后看上去就像一片熊熊燃烧的火山。

另外，还有关于天狗摇晃山间小屋或普通房屋的传说，即“天狗摇晃”。

在爱知县东部，发生过一件奇异事件，天狗的几种恶作剧同时出现了。一个名叫三作的樵夫，和八个同伴一起进山，在山间小屋过夜。半夜，大家一起喝酒狂欢。突然，山上有石头滚下来，小屋摇晃不止，还有火球飞过来……一下子，大家全都酒醒了，个个吓得半死，就这样过了一夜。天亮后出去看，周围却没有任何痕迹。

天狗隐

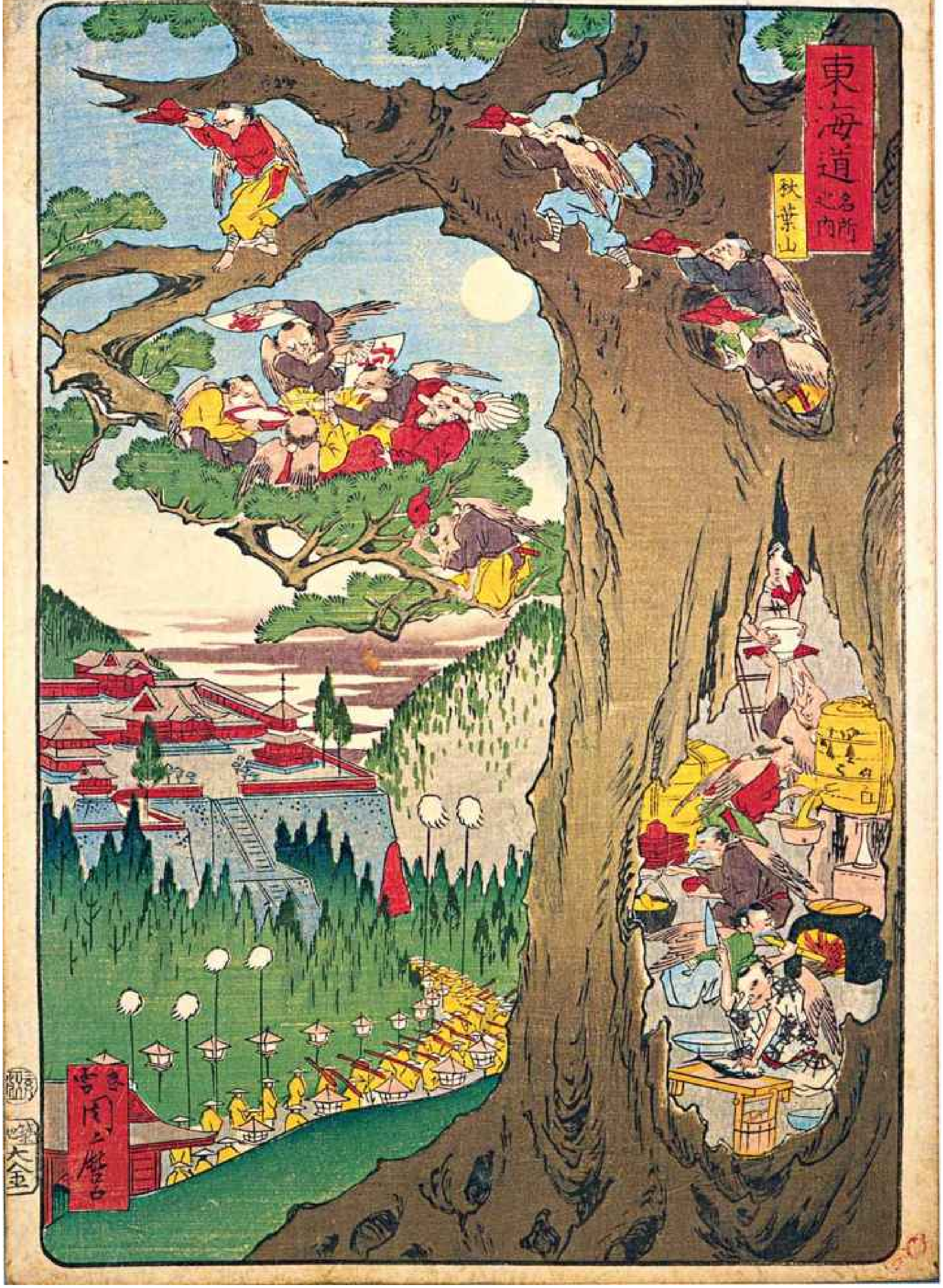
前面讲到的这些故事里，尽管当事人被吓得魂飞魄散，但实际上天狗并没有给人带来祸害。不过，也有关于天狗害人的故事。

日本民俗学之父柳田国男（1875—1962）在其著作《远野物语》（《远野物语》收集了岩手县远野地区流传的故事，是作者根据当地人佐佐木喜善的口述以及自己探访的素材辑录而成）中记载了以下的故事。

有个自恃力气很大的小伙子进山里干活，又累又困便睡着了。醒来时，他看见一个红脸膛的壮汉正俯视着自己，就问：“你是从哪里来的？”但对方没有回答。小伙子猛扑过去，想撞开对方，不料自己反而摔了出去，没了意识。他后来苏醒过来，什么事也没有。那年秋天，村里人进山去采摘胡枝子，准备回去时，忽然发现那个小伙子不见了。大家连忙去找，最后在山谷底下找到了手脚全被扭断的小伙子的尸体。

天狗的各种恶作剧中，最可怕的是“天狗隐”——能让小孩、年轻人或老人突然消失。日本各地流传着很多遭遇“天狗隐”而失踪的人的故事。

不过，也有失踪后又回来的人。他们回来之后讲述自己的奇幻经历：被带到天狗巢穴，或被带去游览名胜。石川县有个名叫伊右卫门的老人突然失踪了，村里人分头去找，结果发现他脸色苍白地坐在和邻村分界处的松树下，口中呼喊：“我是伊右卫门，最爱吃青花鱼！”据说，天狗讨厌青花鱼，如果听到人这么说，就会把他放走。


東海道
名所之内
秋葉山
大金

《东海道名所之内·秋叶山》

汤川周麿

日本国立国会图书馆藏

受天狗的恩惠

石川县的金泽地区流传着这样的故事：有人如愿以偿地变成了天狗。

江户时代加贺藩的长老府中有个年轻武士，他一心盼望着自己能变成天狗。终于有一天，他消失不见了。后来他出现在主人的梦中，说“我终于变成天狗了。感谢您一直以来的关照，请收下这个吧”，并把马鞍和护身符递给主人。据说，人被天狗抓走，只要拿着这个护身符去找，就一定能找到。主人醒来后，发现马鞍就挂在后院的枫树枝上，护身符则在枕头边。这个护身符据说非常灵验。

下面这个故事也是发生在石川县的。有个人某天夜里被天狗抓走了，几年后又突然回来了，然后用天狗教他的方法做豆馅年糕拿去卖，生意非常红火。



《画图百鬼夜行》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

除此之外，各地还流传着许多关于天狗教人剑术或向人传授神力的故事。平安末期到镰仓初期的武将源义经，幼年的名字叫牛若丸，据说曾去京都北部的鞍马山向天狗学习武艺。

这些故事说明了，天狗有恐吓人、害人的一面，也有给予人恩惠的一面。由此可见，天狗和人之间的往来非常密切。

天狗的失败

有些和善的天狗跟人混熟了，偶尔还会输给人。

从前，某个村子的几个鱼贩子聚在一个叫天狗岩的地方赌博。这时，天狗出现了，说自己也想玩。就这样，天狗加入了大家，赌局重新开始了。但因为天狗从来没有赌博过，一直在输。天狗一开始输掉了团扇，接着又输掉了脚上穿的木屐，最后竟然连用来隐身的“隐身蓑衣”也输掉了。

起初，天狗住在远离人群的深山里，人们对其心存敬畏。各地都有叫天狗松、天狗杉的大树，人们认为那是天狗的住处，是神灵从天上降临地上时的暂住之地。也就是说，天狗被人们尊为神灵。天狗恐吓人、害人，其实是对侵犯神灵领域之人的惩罚。

随着天狗和人的接触越来越多，天狗渐渐与人接近，住到村子里，甚至像传说中的那样，发展到输给人的地步。



《芳年漫画·舎那王于鞍马山学武术之图》

月冈芳年

东京都立中央图书馆特别文库室藏

注释：

[1]日语原文为“鼻が高い”。

[2]日语原文为“天狗になる”。

大太法师

身背富士山、脚踏沼泽的巨人

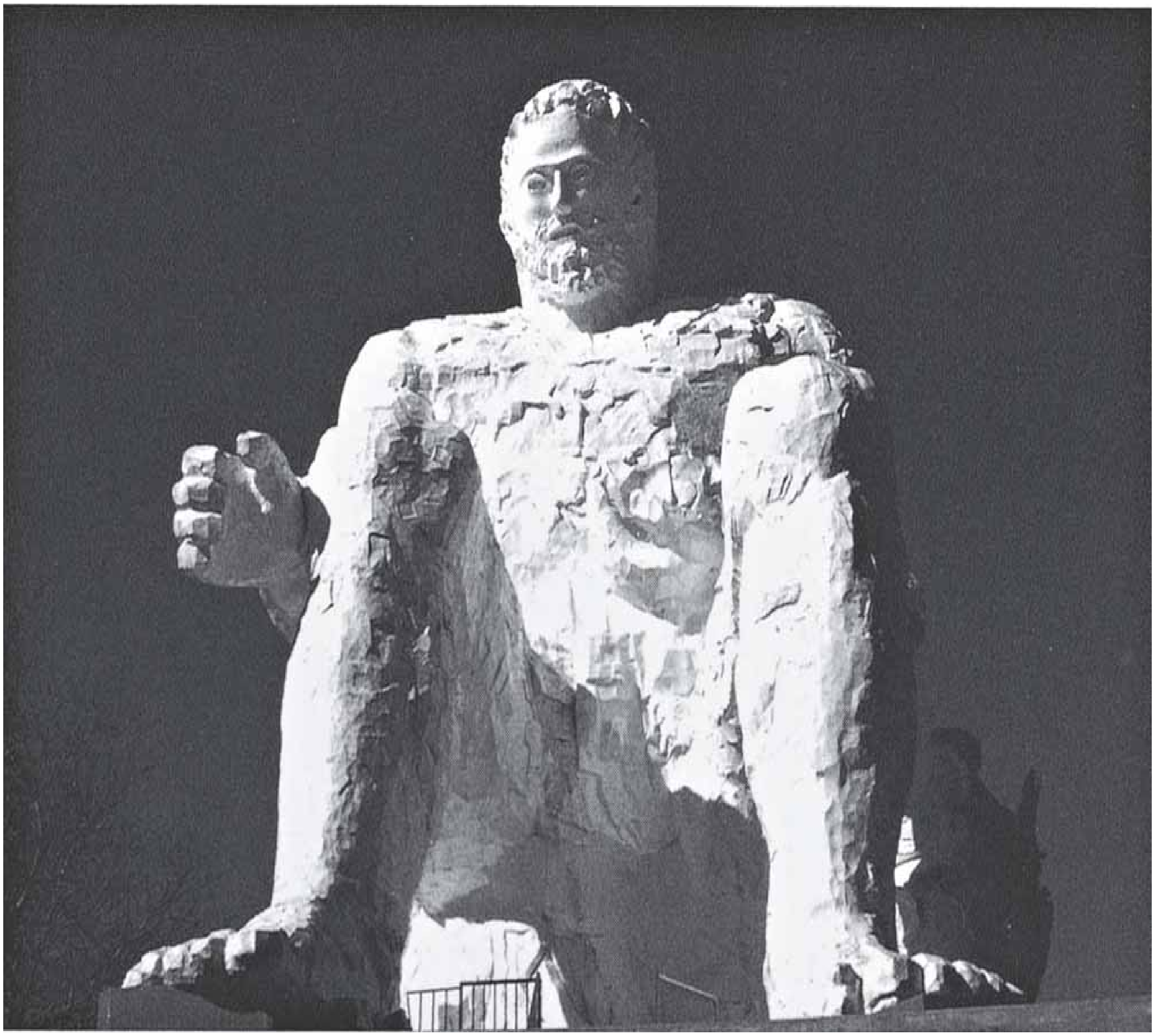


创造山和沼泽的大太法师

日本各地流传着关于巨人大太法师的传说，但茨城县、神奈川县、长野县、山梨县等地对其称呼略有不同。早在编纂于八世纪的《常陆国风土记》[1]里就已经出现过“大太法师”这个名字。

神奈川县的相模原市有鹿沼和菖蒲沼这两个沼泽。相传这两个沼泽的来由是这样的：从前，有个名叫大太法师的巨人背着富士山来到这附近，觉得太重了，就坐下来歇一会儿。过后，他想要站起来，却发现因为富士山太沉而起不来，最后连捆绑的绳索都绷断了。那时，他太用力以至于脚下踩出两个大坑，形成了鹿沼和和菖蒲沼。他想找藤蔓做绳索，也没找到，生气地跺了一下脚，于是形成了后来的跺脚沼；兜裆布拖曳留下的痕迹则成了名为兜裆布洼的洼地。

长野县的浅间山和碓冰岭之间住着一个名叫地大法师的巨人，身体比浅间山还要高大。有一天，地大法师坐在碓冰岭上，双脚伸到妙义山的山谷间，就这样睡起了午觉。没想到一只野猪把他的脚给咬了。他非常生气，一把捏死野猪，然后在岩石上架起锅炖起肉来。炖好后，他把锅端到离山，正准备吃时，脚不小心撞到岩石，结果锅里的肉汁泼洒出来，渗入泥土。从那以后，这片土地涌出来的泉水就带有咸味了。



茨城县水户市的大串贝冢公园里的大太法师像。根据《常陆国风土记》记载，从前，有个巨人从山冈上伸手到海边挖蛤蜊。巨人吃剩的贝壳堆积起来，就变成了山冈

图片提供：水户市教育委员会

爱知县的尾张富士山[2]，相传也是古时候巨人搬运的泥土落下来形成的。据说，挖土之处成了如今的琵琶湖，堆土之处则成了今天的富士山。

帮忙干农活的“大人”

在青森县，人们把巨人称为“大人”。从前，岩木山的山脚下住着一个名叫弥十郎的农民。有一天，弥十郎上山去砍柴，出现一个“大人”，他说：“我们来玩相扑吧。”于是，弥十郎和他玩起相扑，直到天黑才回家。半夜，弥十郎听到巨响。第二天早上起床去看，屋前堆满了木柴，跟一座小山似的。

从那以后，弥十郎和“大人”成了好朋友，“大人”会帮忙做一些事情。他从谷底引水灌溉村里的农田。村里人把这称为“逆水”，并把村名改为“鬼泽村”。

可是有一天，“大人”被弥十郎的妻子撞见，从那以后他便不再出现了。据说，弥十郎后来也进山变成了“大人”。鬼泽村里有一座“鬼神社”，里面供奉着一把大锄头，据说这是“大人”曾经使用过的。在村民看来，“大人”就是鬼。

长崎县流传着这样的传说：有个名叫味噌五郎的巨人坐在云仙岳，右脚搁在多罗岳，左脚搁在天草，然后捧有明海的水洗脸。

人们把大太法师看作创造了山和沼泽的巨人或鬼。其实，一开始人们是把他当作创造了自然界的伟大神明来信仰的，后来这种信仰逐渐衰微，大太法师的形象变成了力气大的巨人或鬼，然后出现了解说地名由来的传说。

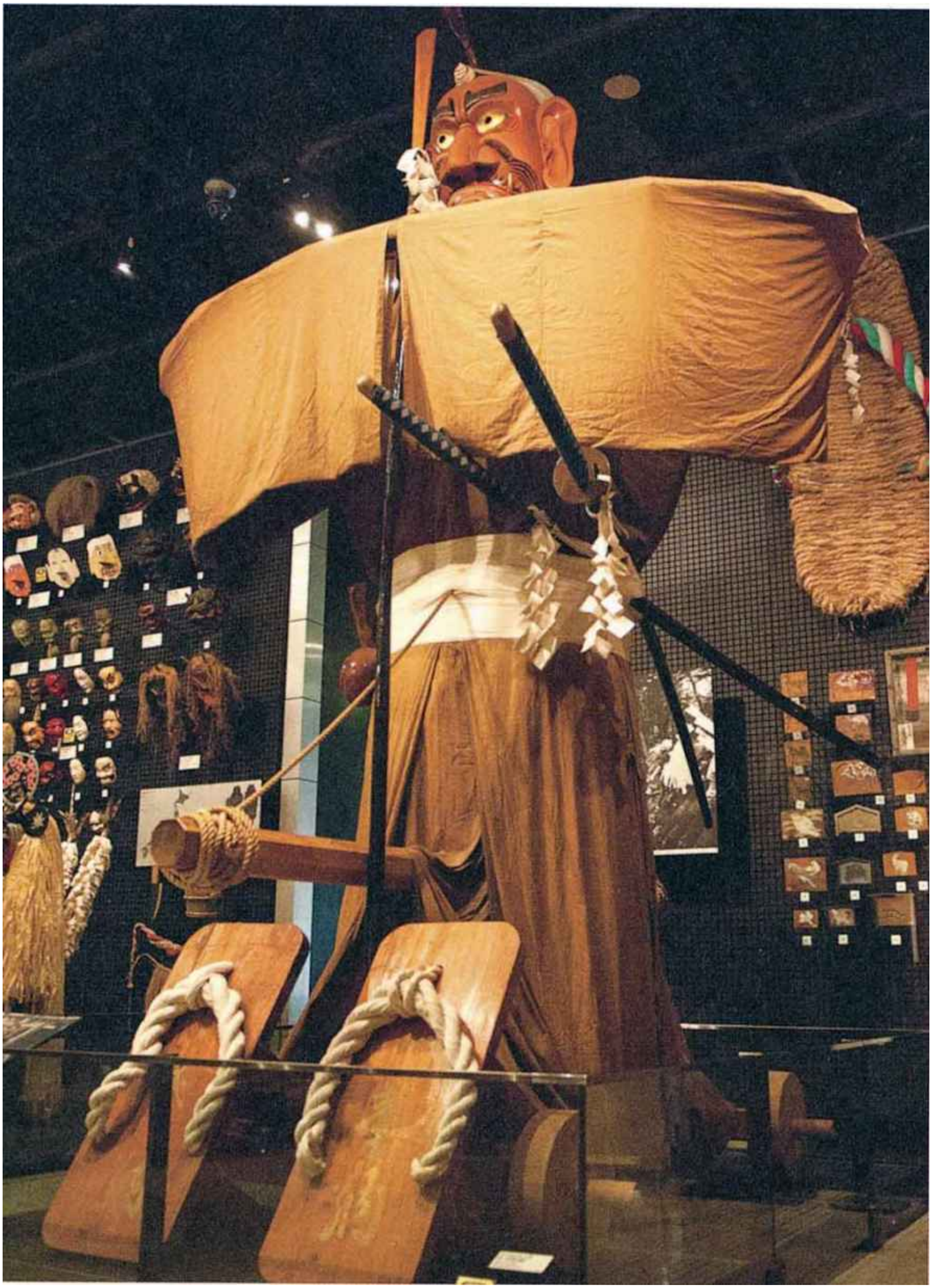


《绘本百物语·手洗鬼》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

手洗鬼是大太法师的手下，据说住在现在的香川县附近



弥五郎像

日本国立民族学博物馆藏

鹿儿岛也有个关于“大人”弥五郎的传说。弥五郎被认为是古代住在九州地区的“隼人”的首领。隼人起来反抗大和朝廷，后来被宇佐八幡（位于大分县宇佐市）的神平定了。相传，弥五郎是创造了山和沼泽的巨人。各地流传着许多跟他相关的地名的传说，例如：弥五郎踩出来的脚印，弥五郎用泥土堆起来的山。在每年举行的弥五郎祭活动中，人们还能看到高近5米的“弥五郎像”在街上缓步前行。

注释：

[1]《常陆国风土记》：记录了常陆国（现在的茨城县）风土、物产和文化的古书。

[2]尾张富士山是位于爱知县犬山市南部的山，海拔275米。

木灵

寄居在树木里的精灵

树木精灵

寄居在百年老树里的精灵有时会现身，人们将其称作“木魂”或“木灵”。

能乐剧目《芭蕉》里出现的芭蕉精就是树木精灵。芭蕉精来到正在念经的和尚面前，问道：“无心的草木，死后能成佛吗？”

有一种树木精灵名叫“彭侯”，据说它是千年老树的精灵，形似黑犬，没有尾巴，长着人脸。过去，中国的吴国有个名叫敬叔的人，他砍一棵大樟树时，树里有血流出来。往里一看，发现一只动物正在流血。据说那就是彭侯。

除此之外，各地还流传着各种树木精灵的传说：熊本县和京都府有山茶树精“木心坊”，冲绳县有“椎树精”和古柳精“柳婆”。

寄居在冲绳的古树里的精灵

在冲绳县，据说榕树、雀榕树之类的树木老了后就会变成精灵。榕树精的头发很长，全身覆盖着毛，至于体形大小和毛色，各地说法不同，有说大小如婴儿，长着红毛；有说体形很大，长着黑毛。

而且，各地榕树精的习性也不相同。有的能站在水面上，有的能拖着人在水面上奔跑。此外，榕树精点燃的火还能在海面上飞速滚动。这火来到身边时，万不可声张，因为一出声，人的灵魂就会被夺

走。另外，榕树精还搞恶作剧，它会趁人晚上睡觉时，从门缝里钻进来，把人按住，或把灯笼吹灭。



《绘本百物语·柳婆》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

不过，榕树精这种妖怪也会为人做好事。从前，有个小伙子和榕树精成了好朋友，每天晚上跟着它出去捕鱼。捕捞上来的鱼，榕树精只吃左眼，剩下的全都给小伙子。小伙子靠卖鱼过上了富裕的日子。

但是，小伙子后来觉得和榕树精做朋友有点可怕，就问它：“你最讨厌什么东西？”榕树精回答：“我最讨厌章鱼。”于是，小伙子把章鱼挂到自己家的门上，榕树精就再也没有来了。很快，小伙子变成了穷光蛋，没过多久就死掉了。



爱笑的人面树和流血的树木子

据说，山上生长着这样一种树——花呈人脸形状，虽然不会说话，但经常笑；一笑花就凋落了。这种树叫“人面树”，据说是茶梅树的精灵。



《今昔百鬼拾遗·彭侯》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏



人面樹
山谷にありその花人の首のごとし
ものいふ事なくしてたゞ笑ふ事しきりなり
しきりに笑へばそのまゝ
落花すといふ

《今昔百鬼拾遗·人面树》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

青森县的某座寺院里有一棵树，一有损伤就会渗出血来。一个叫作善藏的男子试着折断树枝，果然渗出血来。人们害怕遭报应，就在树干上雕刻了佛像，以此安抚树木的精灵。这棵树本来是桂树，所以又被称为“佛桂”。

据说，流血的树是吸了从树下走过的人的血。这种树被称为“树木子”，生长在曾经有过很多战死者的古战场遗址上。



《百鬼夜行·木魅》

鸟山石燕

早稻田大学图书馆藏

蛇

水神、山神化身为执着的妖怪



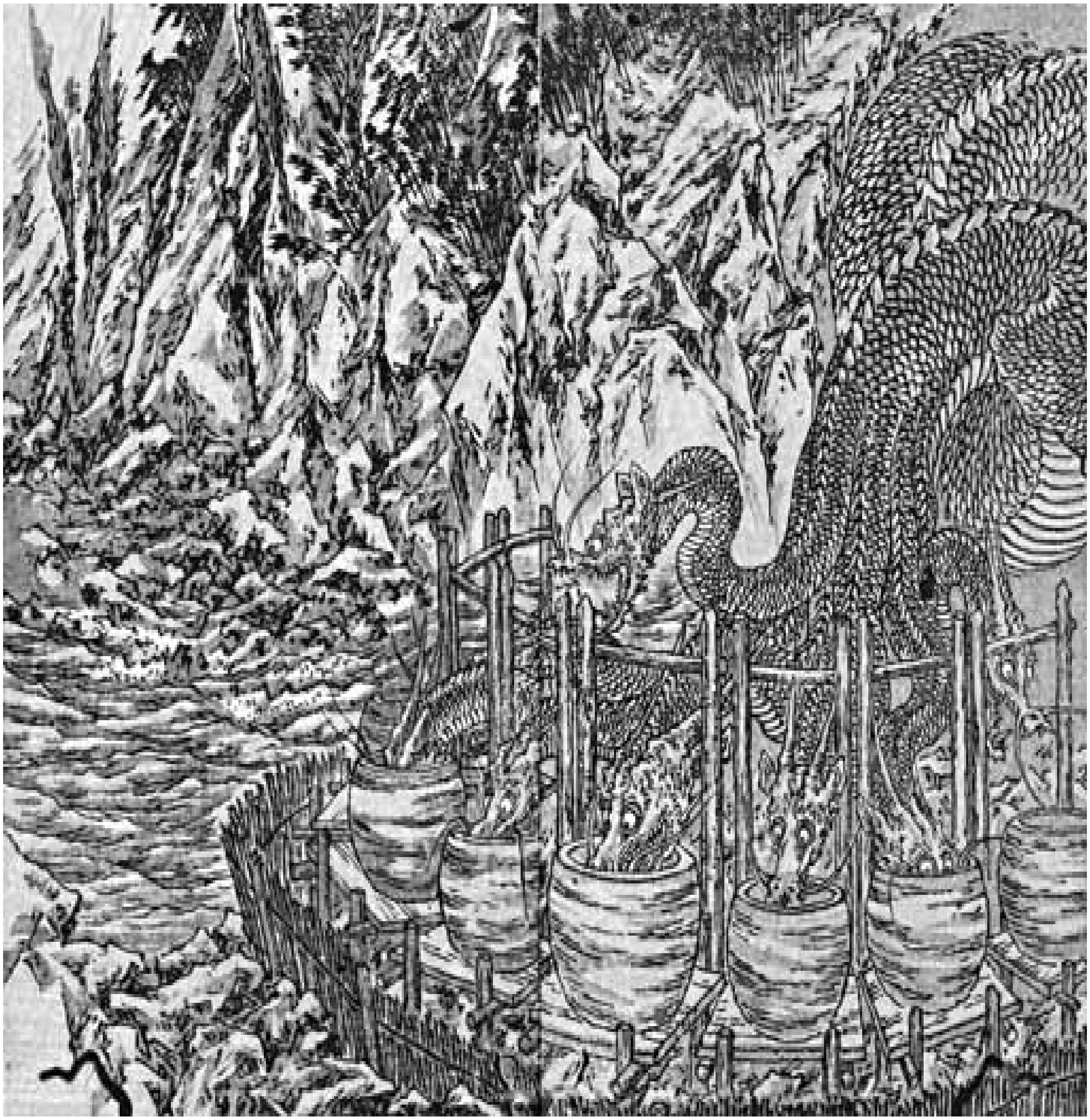
神话里的八岐大蛇

自古以来，蛇就被当作山神或水神来崇拜。各地流传着许多关于蛇的传说，例如：《蛇女婿》——蛇神变成英俊的小伙子，和人类女子成婚；《蛇媳妇》——蛇神化身为美女，生下小孩。另外，各地的人们还相信池塘和沼泽的主人是大蛇，干旱的时候会举行求雨仪式。

古代神话里出现的妖怪，最广为人知的就是八岐大蛇了吧。八岐大蛇是拥有八个脑袋、八条尾巴的巨蛇。

天照大神的弟弟须佐之男命因为性格粗暴，被驱逐出众神居住的高天原。他来到人间的出云国，也就是现在的岛根县，看到一户人家的老夫妇和女儿在哭泣，便上前问缘由。老夫妇说："八岐大蛇每年都让我们送一个女儿去当供品，至今已经连续送走七个了，今年轮到最后剩下的第八个女儿奇稻田姬。"

须佐之男命让老夫妇准备八个缸，里面装满酒，给大蛇喝。大蛇现身后，八个脑袋分别钻入八个缸喝酒，全都喝醉了。须佐之男命趁机将其降伏。



《八头大蛇》

小林永濯

早稻田大学图书馆藏



《道成寺绘卷》

日本国立国会图书馆藏

变成大蛇的清姬缠绕住安珍藏身的吊钟



《破奇术赖光捕捉袴垂》

歌川芳艳

（“袴垂”是指平安时代的传说中的盗贼袴垂保辅）

早稻田大学图书馆藏

安珍和清姬的故事

和歌山县的道成寺自古就流传着安珍和清姬的故事，非常有名，这个故事充分表现了蛇的执着。年轻僧人安珍去熊野修行，途中经过和歌山县，被清姬一见钟情。苦于清姬纠缠，安珍不得已约定：从熊野回来后一定和她成婚。但事实上，他失约逃跑了。清姬大怒，变成大蛇游过日高川，追赶而来。安珍躲进道成寺的吊钟里。清姬缠绕吊

钟七圈，猛喷火，把安珍烧死了。据说，这条执着的大蛇原本是水神，变身成了清姬。


和漢百物語
清姫
隅田了古記

《和汉百物语·清姬》

月冈芳年

日本国立国会图书馆藏

狼

变成老太婆，袭击旅客

送人狼和铁匠婆

现在，“送人狼”这个词经常用来表示“假装热心送女人回家，然后在半路图谋不轨的男人”。不过，以前真的有一种狼叫作“送人狼”——它们跟在走山路的人后面，趁人绊倒的时候扑上去把人吃掉。有的地方把“狼”叫作“犬”，兵库县就有“送人犬”的说法。

送人狼是为吃人才尾随在人的身后。如果这个人一路上没有摔跤，平安回到家，就要送双草鞋给狼，或者拿些盐给狼尝一尝，以报“不吃之恩”。

相传，有这么一个发生在现在的高知县的故事：一个孕妇傍晚经过山岭，突然肚子痛起来。这里一到晚上就会出现狼群，所以一位路过的信使连忙把她拖到杉树上，自己也爬了上去。

没过多久，正如所担心的那样，夜色中果然有点点凶光闪现，能听到可怕的狼嚎声。杉树被狼群团团包围了。狼跳起来想吃掉树上那两个人，但够不着。于是，狼一只踩到一只头上，就这样搭起“梯子”去袭击那两个人。危急关头，躲在树上的信使拔刀接连砍杀了几只狼。这时，有一只狼喊道：“快把佐喜浜的铁匠婆叫来！”

不久，一只头上顶着铁锅的大白狼来了。那些狼又搭起“梯子”去袭击树上的人。信使举起刀，用尽力气朝大白狼的头砍去。这下一击即中，铁锅裂了，血沫四溅，大白狼跌落树下。见状，其他狼吓得纷纷逃跑。


北山月
豊原統秋

《月百姿·北山月·丰原统秋》

月冈芳年

日本国立国会图书馆藏

室町时代的音乐家丰原统秋，遭遇狼袭击时吹笙给它听，才得以逃脱

第二天，信使沿着血迹寻找，来到铁匠铺。一打听，铁匠说：“我家老太婆的头受伤了，正躺着休息呢。”于是，信使立刻冲进屋里，朝老太婆挥刀砍去。老太婆当即现出大白狼的原形，死掉了。

妖怪“养由”[1]

据说，在富山县也有一种类似铁匠婆的名叫“养由”的妖怪。有个修行僧在吴羽山遇到狼群，于是爬到树上躲避。那些狼像搭梯子似的叠在一起，然后一个老太婆爬到最上面，想把修行僧拉下来。修行僧挥刀砍断老太婆的手，狼群吓得纷纷逃窜。第二天一早，修行僧来到被叫作“养由”的家里，只见一个老太婆受伤了，正在哭泣。她一看见修行僧，就立刻逃跑了。


土佐国野根といふ所に

《绘本百物语·铁匠婆》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

注释：

[1]日语原文为“ヨウユウ”，此处音译为“养由”。

山姥·山爷

山神沦落为妖怪，以面目狰狞的姿态袭击人

曾经是山神的山姥和山爷

住在山里的妖怪，样貌像老太婆的叫山姥，像老公公的叫山爷，像年轻姑娘的叫山女郎。另外，北海道和东京都有名称各不相同的山妖怪。在长崎县和熊本县叫作山女的妖怪，在山中遇到人时会哈哈大笑，还会吸人血。在静冈县叫作山夫的妖怪，全身覆盖着毛。还有一种叫山地乳的妖怪，平时住在山里，等人睡着时就会去吸取人的气息。

山姥面相狰狞，嘴巴咧到耳边，目光凌厉，会把入侵自己山里领地的人吃掉。从前，山里有山神，受人们崇拜。据说，山神一般是女神。后来，人们对山神的信仰渐渐淡薄，山神就沦落为妖怪。山爷是山姥的丈夫，但没有山姥那么可怕。

山姥的孩子叫金太郎，全身红通通的，穿着一件绣有“金”字的肚兜，经常和熊、野猪等玩相扑。因打败鬼和土蜘蛛而闻名的源赖光，来到足柄山（位于现在的神奈川县）时，看见小屋里住着一个老太婆和一个小伙子。老太婆就是山姥，那个小伙子则是金太郎，力气非常大，据说是赤龙和山姥所生的孩子。源赖光把他收为家臣，取名“坂田公时”。坂田公时后来成了源赖光手下的四天王之一，在铲除妖怪时大显身手。

在民间传说里，山姥有时会因为犯糊涂而受到人的惩罚；有时还会下山，和村里人友好相处，或是为村里人做好事。


哥麿筆

《和山姥跳舞的金太郎》

喜多川歌麿

神奈川县立历史博物馆藏

牧牛人和山姥

从前，有个人赶着一头牛走在山路上，牛背上驮着一袋盐渍青花鱼。突然，山姥出现了，让他把青花鱼给自己，然后将青花鱼全部吃掉。接着，山姥又把牛吃掉了，并对牧牛人说：“现在轮到吃你啦。”牧牛人拼命逃跑，爬到池边的一棵树上躲了起来。山姥看见池塘水面上有牧牛人的倒影，以为他潜入水底了，便跳进池塘里。牧牛人趁机逃跑，躲在一间山中小屋的棚顶。

然而，这间小屋其实是山姥的家。山姥没抓到人，垂头丧气地回到家，一边用地炉烤年糕，一边打瞌睡。见状，牧羊人从茅草屋顶拔出一根茅草，刺中年糕，然后吃掉了年糕。山姥发现年糕不见了，转而加热起甜米酒，然后又打起瞌睡。这次，牧羊人用茅草当吸管，把甜米酒喝掉了。

山姥没办法，只得饿着肚子进入木箱睡觉。这时，牧牛人从棚顶跳下来，用地炉把水烧开，然后倒进木箱里把山姥烫死了。

这个故事在各地广泛流传，只是细节略有差异。

求人帮忙做年糕的山姥

从前，在高知县的某个村子，年末时节不知从哪儿来了一个穿得破破烂烂的老太婆。她手里拿着糯米，挨家挨户地请求：“正月捣年糕的时候，我的这一份也请一起做了。”可是，几乎所有人都拒绝了她，只有一对贫穷却很热心的夫妇答应了她的请求，把她带来的米和自家

的米掺到一起捣年糕。结果，越捣米越多，最后夫妇俩做了很多年糕。他们把多出来的年糕交给了老太婆。从那以后，夫妇俩每年都会给这个来村里的老太婆做年糕。之后，他们家米的收成逐年增长，成了村里最富裕的人。

不久，夫妇俩过世了，儿子当家做主。但是，他不再帮老太婆做年糕了。结果，自家捣的年糕越变越少，米的收成也逐年减少，最后他成了全村最穷的人。



《化物尽绘卷·山姥》

国际日本文化研究中心藏


○山姥（やまうば）

《画图百鬼夜行·山姥》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏


山地乳

《绘本百物语·山地乳》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

想吃年糕的山爷

高知县还流传着这样的故事。有个男人在山里遇见山爷，得到一些高粱种子，回去撒到田里，结果喜获丰收。年底，山爷来到这个男人家里，说想吃年糕。男人拿出年糕让他吃了个够。结果，第二年、第三年男人家的高粱都大丰收。山爷每年都来吃年糕，而且食量越来越大。

男人心想："照这样下去，我的那份都要被他吃光啦。"于是，他事先烧热河滩的石头，然后替代年糕放进山爷的嘴巴里。山爷觉得太烫了，连忙哀求："快拿些茶水给我喝！"男人拿烧热的油给山爷喝，把他烫死了。那之后不久，男人家变得一贫如洗。

山姥和山爷，会向行善之人报恩，而给作恶之人带来不幸。

不用吃饭的老婆

从前，有个男人和同伴一起去山里伐木。大家聊起想娶个什么样的老婆，这个男人说："我想娶个不用吃饭的老婆。"

几天后，有个女人找上门来，对他说："我不用吃饭的，你娶我当老婆吧。"男人很高兴，就和她结婚了。果然，这个女人不吃饭。但奇怪的是，家里的米和味噌很快就见底了。有一天，男人假装说要进城，然后躲在角落偷看。只见女人用大锅煮饭，又用大锅煮味噌汤，然后解开扎着的头发——头顶上竟然有一张大嘴巴！大嘴巴把饭和味噌汤全都吃了个精光。这个女人其实就是山姥。

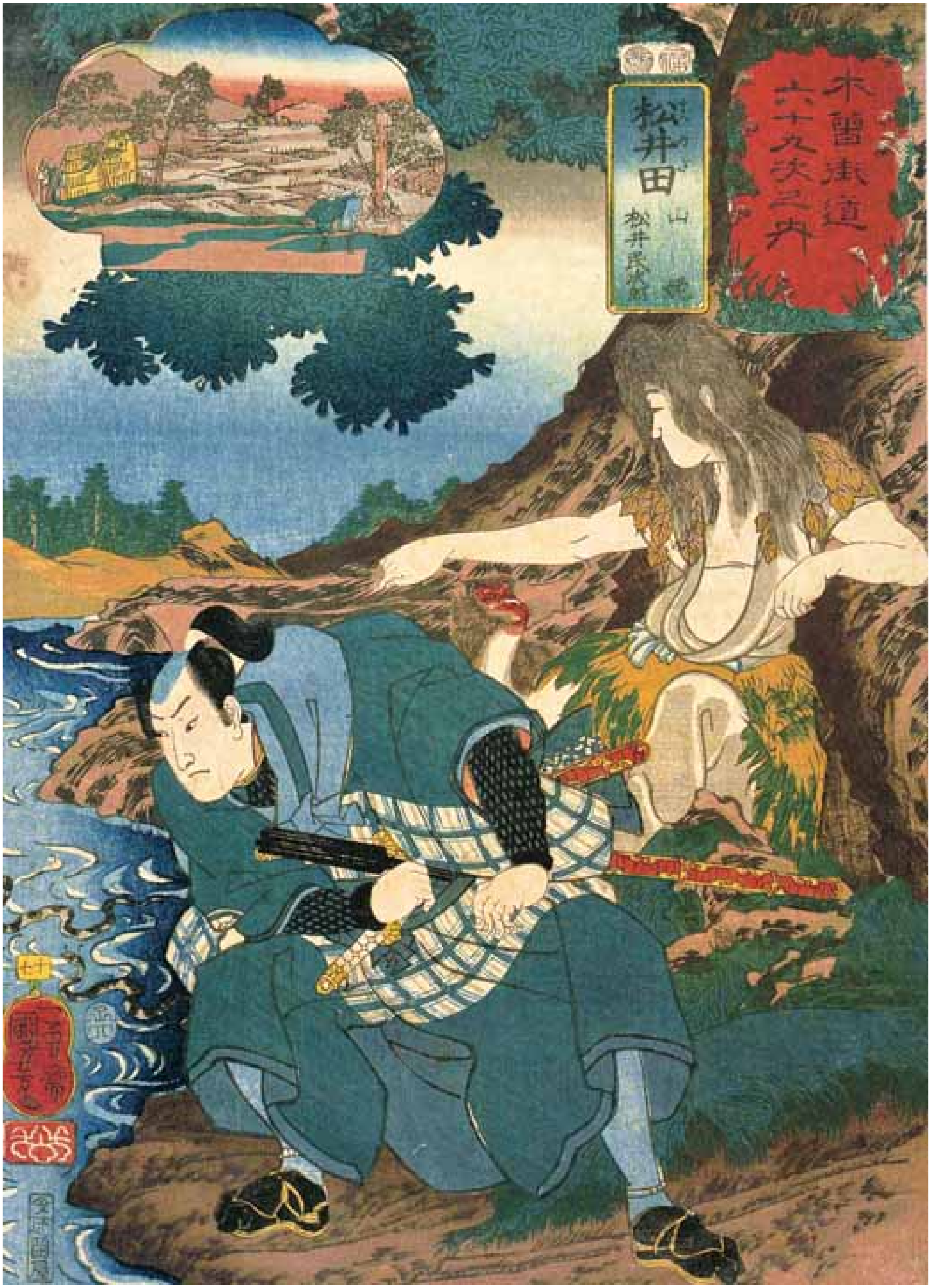
第二天一早，男人向山姥提出分手。山姥说：“那样的话，请送我个什么东西吧。”男人给了一个木桶。山姥接过木桶，随即把男人装进去，然后扛着上山了。途中，男人好不容易逃脱出来，躲进了长满艾蒿和菖蒲的草丛里。山姥很讨厌这两种草，于是自己回山里去了，男人这才得救。据说，五月端午节挂艾蒿和菖蒲叶的习俗就来源于此。



《绘本百物语·山男》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏


木曽街道六十九次之内
松井田

《木曾街道六十九次之内·松井田·山姥》

歌川国芳

东京都立中央图书馆特别文库室藏

山童

受到祭拜的山神之子会帮助人

山中貌似孩童的妖怪

山童这种妖怪，貌似孩童，只有一只眼睛，全身覆盖着长毛，吃人或野兽。还有另一种山童，住在九州的山里，长着娃娃脸，脚很长，会说人话，不会加害于人。其他地区也有山童的同类，只是名称不同。

平时受到尊敬的话，山童会在人需要的时候提供帮助。但一旦被激怒的话，山童就会搞各种恶作剧捉弄人。

据说，栖息在水里的河童一到冬天就会钻进山里，变成山童。在山口县，人们将其称为“崖童”。在山里遇到这种妖怪，人就会得病。山童与河童都厌恶铁器，如果见到人用斧头或砍刀在山里干活，就会前去捣乱。

帮忙干活的山童

据说，山童喜欢喝酒，人进山干活，如果献上美酒并请它帮忙，山童就会在人睡午觉时帮忙把活全部干完。在鹿儿岛，请山童帮忙干活，则必须约定先干完活再给饭吃。如果一开始就给饭吃，山童不干活就会溜走。


○
山童 やまわらハ

《画图百鬼夜行·山童》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏


岸涯小僧
岸涯小僧ハ川辺にすみて
魚をとりくらふその歯の
利ことやすりの如し

《今昔百鬼拾遗·岸涯小僧》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

岸涯小僧也许就是山口县的“崖童”

人们打猎或是在山里过夜，据说要先在所在之处立起木柴，以告知山童。捡拾树木的果实时，也不能全部捡完，要给山童留一些。另外，山脊是山童走的路，所以人们不能在那里搭建小屋。一般认为，山童是山姥或山神的孩子。

一目小僧·一本踏鞴

独眼、独脚是神之尊贵的象征

曾经是神的妖怪们

一目小僧和一本踏鞴是日本各地广为人知的妖怪，但据说它们原本是独眼或独脚的神。

奈良县矶城郡的六县神社里有很多杉树。不过，据说这里原来种的是松树，神被松树刺伤了眼睛，于是人们把松树挖起来，改种杉树。

长野县则流传着这样的故事：神骑着白马来到某个村子，因马脚被葛藤缠绕住而摔下来，被芝麻的树茎刺伤了眼睛。从那以后，这个村子就不再种植葛和芝麻，也不再饲养白马了。

除此之外，其他各种各样能刺伤眼睛的植物也出现在故事里，例如栗子外壳、松叶、茶树、竹子等。然后，其中的大多数就没再种植了。

独眼的神大多只有一只脚。高知县的有些地区会祭拜独脚神，人们会向其进献一只大草鞋。另外，在岛根县石见地区，人们认为会给当年带来幸运的岁德神也是独脚。

祭拜独脚神的原因

每年秋天稻子成熟的时候，人们会在田里立稻草人以防鸟兽祸害。这稻草人原来就是独眼独脚。日本人自古以来就相信：每年春

天，山神会下山到村子里，变成田神，守护稻子之类的农作物茁壮成长，到了秋天再返回山里去。



《妖怪着到牒·一目》

北尾政美

东京都立中央图书馆特别文库室藏


鷺淵の一本足

《百种怪谈妖物双六·一本足》

歌川芳员

东京都立中央图书馆特别文库室藏

在长野县和新潟县，每年收割完稻子后的十月十日这天，人们会把稻草人从田间运回家中院子里进行祭拜。人们认为稻草人就是山神变成田神的化身，举行祭拜仪式欢送田神回山里，以此表示对秋收的感谢。

另外，在日本的关东地区和东北地区，人们相信名叫“御大师样”的独脚神会在冬至这天来访。这是一位女神，会带很多孩子一起来。所以，人们会做小豆粥和团子供奉。

柳田国男认为，人们祭拜这些独眼神或独脚神是源于这样的风俗习惯：人们特别选出某个人作为神的替身来接受祭拜之礼，为了与普通人区别开来，特意使其表现为独眼或独脚的形态。


太平記英勇傳
嶋左近友之
和州の産
筒井順慶
三家
老の
一個謀略倶に秀たり
山崎の役齋藤利次の
四十
朝霞樓芳幾画

《太平记英勇传·岛左近友之》

歌川芳几

东京都立中央图书馆特别文库室藏


暫
十八番之内壹
一陽齋豊国筆

《暂·镰仓权五郎景政》

歌川丰国

日本国立国会图书馆藏

还有另外一种说法：神现身于人间时，为了和人清楚地区别开来，才以独眼或独脚的形象出现。

神为什么变成了妖怪呢?

从日本南方的九州南部到北方的秋田县，有很多神社供奉源义家[1]的家臣“镰仓权五郎景政”。这位武将之所以有名，是因为他在十一世纪末的“后三年之役”[2]中，被射中一只眼睛仍然奋力杀敌。


目ひとつ坊

《百怪图卷·一目坊》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏

据说，全国各地的神社都供奉这位权五郎，是因为“权五郎”和“御灵”的发音很相似[3]。所谓“御灵”，是指含恨而死之人的灵魂（冤魂）。古代的人认为这种冤魂会带来灾祸，要祭拜它才可以安魂消灾。所以，就把权五郎当作御灵来祭拜。而且，权五郎独眼奋战的英勇事迹也深得人们敬仰。

然而，人们认为御灵会化身为疫病神，给人间带来灾祸。于是，独眼神渐渐演变成了一目小僧之类的妖怪。

奈良县有座名叫伯母峰的山岭。从前，这附近住着一位武士，每天带着猎犬去打猎。有一天，他披荆斩棘进到伯母峰深处，猎犬突然狂吠起来。只见谷底的山白竹似乎摇晃得厉害——定睛一看，原来是一只背上长着山白竹的大野猪！武士连忙朝它开枪。野猪中弹倒下了。

几天后，伯母峰附近的“汤之峰温泉”旅馆来了一位脚受伤的武士，吩咐说：“我要一间安静的独立的房间。我休息的时候，谁都不要进来。”旅馆主人发现这个武士脚下穿的鞋跟常人的不一样，觉得很奇怪，于是半夜偷窥，只见一只背上长着山白竹的大野猪躺着，让房间变得满当当的！被旅馆主人看见真身，野猪表明身份，说自己是被猎枪打中的野猪的亡灵，之后变成独脚妖怪，袭击过路的旅客。

后来，有个法师祭拜地藏菩萨，请其制伏妖怪。从那以后，独脚妖怪就没有再出现了。不过，人们和独脚妖怪做了约定，每年十二月二十日那天它可以出来。所以，直到今天，十二月二十日仍然被叫作“最后的二十日”，被认为是伯母峰的厄日。

在日本关东地区，人们则认为独眼妖怪会在旧历十二月八日、二月八日这两天出现。所以，这两天人们会在竹竿上挂上篮子，伸到家外面。因为篮子有很多“眼”，独眼妖怪认为自己打不过，便会逃走。

注释：

[1]源义家（1039—1106）：平安后期的武将。

[2]后三年之役：1083—1087年间，源义家平定东北地区豪族清原氏之乱的战役。

[3]在日语中，“权五郎”发音为“ゴンゴロウ”，“御灵”发音为“ゴリョウ”。

饥饿神

在山路上等候的饥饿亡魂

受饥饿之苦的亡魂

人在山路上行走，有时突然会肚子饿得走不动。据说，这是被饥饿神这种饿鬼缠上了。所谓“饿鬼”，是指生前做了坏事的人遭到报应，死后坠入地狱受饥饿之苦的亡魂。

滋贺县和三重县的边界有座御斋岭，据说这里的饥饿神早上天还没亮就出动了，指着过路旅客的肚子，问道：“你吃过饭了吗？”如果对方回答“吃了”，饥饿神就会扑上去，剖开对方的肚子，把对方胃里的饭粒吃掉。

和歌山县的熊野地区也流传着相关传说。和歌山县出生的博物学家南方熊楠（1867—1941）也说自己曾在熊野街道上遇到过。

饥饿神经常出没的地方

饥饿神经常在塞神的前面以及有人饿死的地方出现。在爱知县，有的祠堂会供奉在山岭里饿死的人，并称之为饥佛或饥神。据说，饥饿神也常常出没于此。

高知县、长崎县、鹿儿岛县等地，山岭和路边的祠堂供奉着名为“柴折样”的神。路过的人只要折树枝进献，就不会遇到饥饿神。

据说，在山里饿得寸步难行的时候，只要吃一粒饭盒里剩下的米粒就能缓过劲来。没有食物的话，在手心里写个“米”字舔一舔也有

效。另外，还有这样的说法：外出旅行或去山里、野外干活时，要多带一双筷子给饥饿神，吃便当时一定要剩一点。

觉

能看透人心、形似大猴子的怪物

看透人心

在山里，尤其是北方的山里，有一种形似大猴子、全身覆盖着长毛的妖怪。无论人心里想什么，它都能一眼看穿。因为具有觉察人心的本领，所以它被称为“觉”，在富士山山麓一带则被称为“思”。

觉与樵夫

从前，有个樵夫在富士山北边的山梨县大和田山里砍柴时，突然出现了一个像猴子一样的怪物。樵夫吓了一跳，心想：“哎呀，真可怕！”那怪物哈哈大笑，说：“你现在肯定觉得很可怕吧。”樵夫心想：“不赶快逃跑的话，肯定会被它抓住吃掉吧。”那怪物又说：“你在想不赶快逃跑就会被我吃掉吧。”樵夫心想：“能跑多远就跑多远吧。”怪物再次说道：“你在想能跑多远就跑多远吧。”樵夫这下死心了，决定听天由命。这时，怪物叹道：“你总算死心了，决定听天由命了吧。”樵夫更加绝望了，于是继续砍柴。



《今昔画图续百鬼·觉》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

突然，樵夫的斧头砍到树上一个很大的节子，木屑飞迸出来，击中了怪物的眼睛，把它刺瞎了。樵夫和怪物都没想到会发生这种事情。“比起意料之中的事，意料之外的事更可怕呀。”怪物说完这句话就逃跑了。

鵺

深夜出没、难以捉摸的妖怪

鵺这种来历不明的妖怪栖息在深山里，脑袋像猿猴，身体像貉，尾巴像蛇，四肢像老虎，叫声像画眉。直到今天，日语中还用“像鵺一样”来形容那些来历不明、难以捉摸的人。

鵺在《古事记》《万叶集》里就有记载，自古以来为日本人熟知。据说，鵺的叫声可以唤回离开人体的灵魂，十分可怕。

十二世纪的“源赖政杀鵺”的故事在历史上最为有名。当时的近卫天皇每天晚上做噩梦，梦见原形不明的东西。德高望重的法师被召来念经驱魔，但毫不见效。在从东三条森林方向涌来的黑云遮蔽宫殿的深夜，天皇一定会梦魇。从前也发生过类似的事，是源义家把黑云驱赶走了。于是，天皇命令源义家的后代源赖政[1]驱赶黑云。

源赖政受命守候在宫中。深夜时，黑云又像往常一样出现了。黑云里隐约可见可疑的怪物。源赖政弯弓搭箭向黑云射去，那怪物掉了下来。上前抓住一看，原来是鵺。这个故事在《平家物语》中也有记载。


頼政鵺退治之圖
丁七唱

早稻田大学演剧博物馆藏

歌川芳员

《源赖政降伏鵺之图·丁七唱》

注释：

[1]源赖政（1104—1180）：平安末期的武将。

大百足

全身覆盖着铁片的巨虫

百足，是一种有很多脚、会分泌毒液的可怕的虫子。而那体形比人更大、变成妖怪的大百足，就更别提有多可怕了。

俵藤太秀乡降伏大百足的故事十分有名。这位俵藤太秀乡，其实就是在平安时代中期平定了“平将门之乱”的藤原秀乡。有一天，栖息在滋贺县琵琶湖的龙神变身为美女，前来拜访秀乡，说三上山有条大百足，大家深受其害，请秀乡帮忙降伏。



《田原藤太秀乡·大百足》

国际日本文化研究中心藏

秀乡来到三上山，向大百足放箭。但是，因为大百足全身覆盖着铁片，把箭全都反弹回来了。秀乡想了个主意，一边念着弓箭守护神“八幡大菩萨”，一边再次放箭，这下射中了大百足的脸的正中间，总算制伏了它。龙神为了表示感谢，邀请秀乡到龙宫，还送了他很多礼物。其中有个米俵[1]，里面的米是取之不尽的。从那以后，人们就叫他“俵藤太秀乡”了。

至于为什么大百足全身覆盖着铁片，有这么一说。当地的山民自古以来就挖掘铁矿石，而大百足是他们信仰的山神变成的妖怪，身上覆盖着铁片也就不难理解了。

注释：

[1]在日语中，“米俵”意为装米的草袋。

狒狒

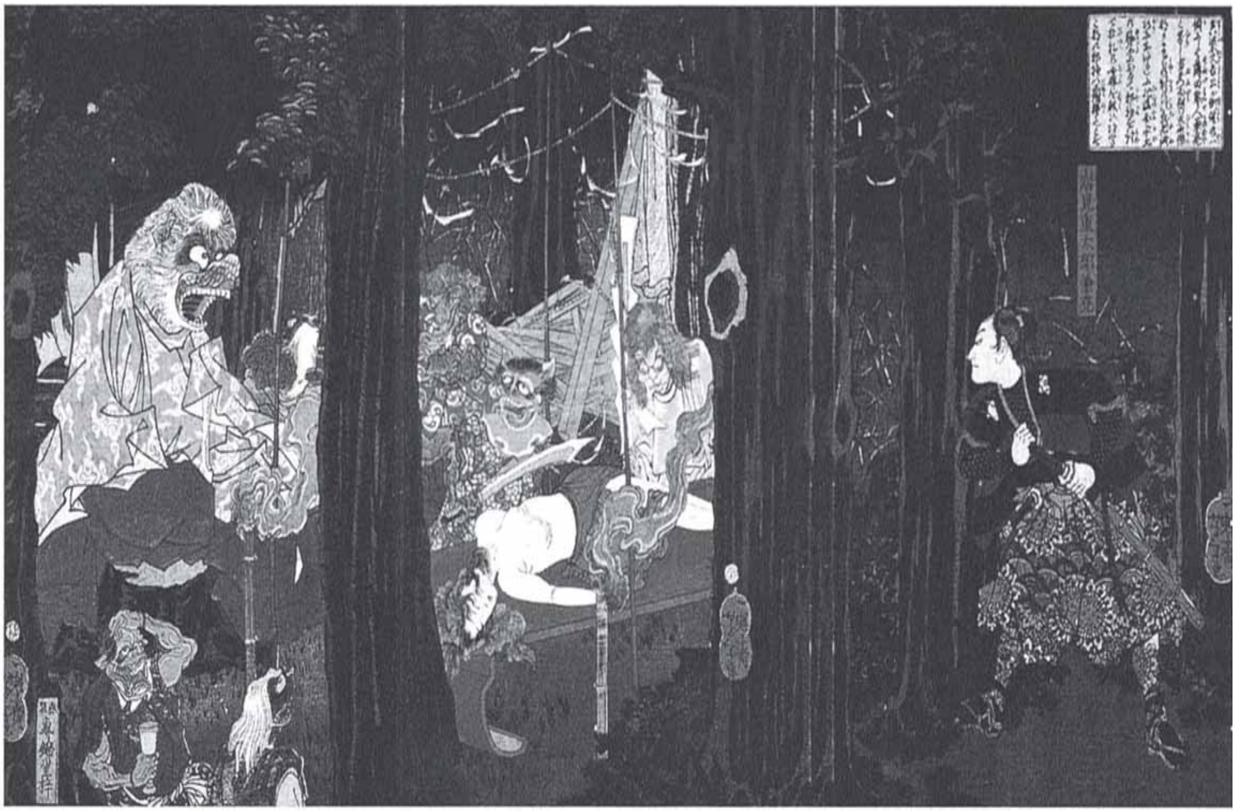
形似猴子，经常抓动物吃

狒狒这种动物，属于大型猿类，主要生活在非洲。而日本的“狒狒”是一种住在山里的妖怪，长得像大猴子，经常抓动物吃。据说，猴子活到一千岁就会变成狒狒。

狒狒平时住在山里，偶尔会跑到村子里骗人。虽然看上去块头很大，但十分轻盈，轻而易举就能抓住野猪或狼来吃。狒狒的上嘴唇很厚，一笑起来，把眼睛都遮挡住了。所以，据说想要抓住狒狒的话，先让它笑，然后用锥子从它的嘴唇刺进额头就行。

狒狒一直被认为是野兽，但也有另一种说法：它其实是住在山里化身成人的模样的妖怪，也就是说，类似于山姥、山爷、山童。

相传，活跃在安土桃山时代的武者岩见重太郎，就因为制伏狒狒而闻名。



《岩见重太郎降伏狒狒之图》

歌川丰国

舞鹤市丝井文库藏



《岩见重太郎降伏狒狒之图》

歌川丰国

舞鹤市丝井文库藏

貉

形似狸，两只勾结起来变形作怪

“貉”又写成“狢”，也有人认为它与狸、獾、鼬、貂是同一类动物。

新潟县的佐渡岛有个貉头头，名叫二岩团三郎，经常拐走人或偷东西，作恶多端。它在佐渡发现了金山，挖掘金子囤积起来，然后向人放高利贷，由此变成了大富翁。在一些传说里，这个故事的主角不是貉而是狸。据说，在群马县和埼玉县的山里还有所谓“貉的宫殿”的大房子。

茨城县流传着这样的传说：有一个烧炭小屋，每晚都有一个怪女人出来捣乱。大家不胜其烦，将其制伏。那女人死了，现出原形——两只貉。人们常说，两只貉在一起就能变形作怪。“一丘之貉”这个成语，表示互相勾结做坏事的同伙，就来源于此。

长野县有户人家的仓房旁边围着一道长长的树篱。每天傍晚经过这里，就会看见大入道[1]可怕的脑袋悬挂在上面。可是第二天早上，脑袋又不见踪影。这样的事情发生过很多次之后，大家就不敢再靠近这个仓房了。后来，有个人鼓起勇气走近去看，那秃脑袋越变越大，甚至遮住了整片天空，然后又很快消失不见。据说，这也是貉变成的。

貉

貉の化る事をきく
狐狸におとらずとある辻堂に
年ふるむじな僧とばけて
六時の勤おこたらざりしが食後の一睡にそれと忘れて尾を出せり



《今昔画图续百鬼·貉》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

注释：

[1]日本体形很大的妖怪，模样像男人。

飞鼠·百百爷

浑身毛茸茸，能在树木之间飞来飞去

飞鼠是松鼠科的哺乳动物，住在森林里，夜间活动，能在树木之间滑翔。名叫“飞鼠”的妖怪，浑身毛茸茸的，据说和鼯鼠一样，都是飞鼠这种动物变成的。

据说，百百爷，是飞鼠和元兴寺这种妖怪的结合体。[1]刮大风的夜晚，行人断绝时，百百爷就会以老人的姿态出现。过路的旅客遇见它，一定会生病。

飞鼠在日本还有很多种叫法。据柳田国男说，“飞鼠”本来是幼儿语（幼小的孩子使用的语言），用来表示那些会袭击人的不明妖怪。


百々爺
もゝんぢいハ未詳 愚按ずるに 山東に摸捫窠と称するもの 一名野襖
ならし京師の人小児を怖しめて
啼をとむるに元興寺といふ
ももんぢいとがごしと
ふたつのものを合せて
ももんぢいと
いふならん 原野
夜ふけて
ゆきゝたえ
りうりうと風すごき
に老夫と化し
て出て
遊行の旅人
に遭へば

《今昔画图续百鬼·百百爷》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

注释：

[1]在日语中，飞鼠（モモンガ）和百百爷（モモンジイ）发音相近。

鼬

往眉毛上涂抹唾液，就不会被骗

鼬这种妖怪也经常出现。据说，在神奈川，鼬能用后脚站立，然后目不转睛地盯着人脸。被鼬这么盯着的话，自己的心事难免会被看穿[1]，所以必须立刻往自己的眉毛上涂抹唾液才能化解。日语中，用来表示可疑之物的词语“眉唾物”，便来源于此。

在群马县，鼬变成的怪物有时会缠绕在人的脚上，让人无法迈步行走。这种时候，只要割掉裤腿或衣服下摆，就能甩掉它们。另外，还有一种妖怪——在山路上行走的人听到周围传来婴儿哭声时，吓得赶紧逃跑，不料那哭声越来越响了。



《画图百鬼夜行·鼬》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

注释：

[1]在日语中，惯用语“眉毛被看透”（眉を読まれる）表示心事被看透。

猩猩

从海里现身、喜欢喝酒的妖怪

据说，猩猩是一种人脸兽身的妖怪，非常喜欢喝酒。

山梨县流传着这样一个传说。有个猎人发现山谷对面的山腰坐着一头野兽，它身长两米，赤身露体，头发是红色的。猎人上了子弹，举枪发射。那头野兽被打中了，但似乎不怕疼，只是随便拔下周围的草塞住伤口，然后爬上山去了。

岩手县则流传着猩猩从海里出现的传说。有个人想看看猩猩长什么样，就把酒装进桶里，埋在海边的沙子里。刚埋完，猩猩就从海里出来，开始喝那酒。它喝得醉醺醺的，掉进酒桶里。那人想看看猩猩长什么样，就移开桶盖。这时，猩猩突然从桶里跳出来，逃往海里去了。

爱知县南部的秋季祭祀活动中，由人装扮成的猩猩会加入游行队伍，用手拍打孩子们。据说，这样能起到消灾驱邪的作用。



纸面具（猩猩）

日本国立民族学博物馆藏

子泣爷·粉挽爷

因为哭，一被抱起来就甩不掉

子泣爷是德岛县山里的妖怪，像老人的样子，却发出婴儿的啼哭声。也经常有人说，看见子泣爷变成婴儿在山里哭泣。路人见到，觉得很可怜，将它抱起来，它就会突然变重，想甩掉却怎么也甩不掉，最后连自己的性命也被夺去。真是十分可怕的妖怪啊！

在别的村子，有一种叫呱呱啼的独脚妖怪，经常呱呱啼哭着在山里游荡。据说，它一哭就会发生地震。大人经常吓唬小孩："你这样哭个不停的话，呱呱啼就会来哦。"呱呱啼会抓住行人的脚不放。这种时候，应该脱下草鞋扔掉，然后扬长而去。

另外，在四国地区有一种妖怪叫粉挽爷[1]，经常发出在山中磨粉的声音。

在别的村子，还有一种叫哇哇啼的妖怪，不见身影，却在半夜发出婴儿啼哭的声音。它有时还会缠着让人背，据说，遇到这种情况借口说"背带太短了"就可以拒绝掉。所以，平时要把婴儿背带的一端弄短些。

注释：

[1]在日语中，"粉挽"表示磨粉的意思。

山彦

听到呼叫的话，会给予回应的山中妖怪

隔着山谷，从山上向对面的山呼叫时返回的声音，叫“山彦”或“木灵”。静冈县的人把这叫作“山小僧”“山婆”“山婆婆”。“山彦”原有“山之男神”之意，所以被认为是住在山上的山姥、山男、天狗、天邪鬼等妖怪发出的回应声。在鸟取县，人们把这叫作“呼子”“呼子鸟”。另外，还有晦涩的汉字表示，写作“谺”“空谷响”“幽谷响”。



幽谷響（やまひこ）

《百鬼夜行·幽谷响》

鸟山石燕

早稻田大学图书馆藏

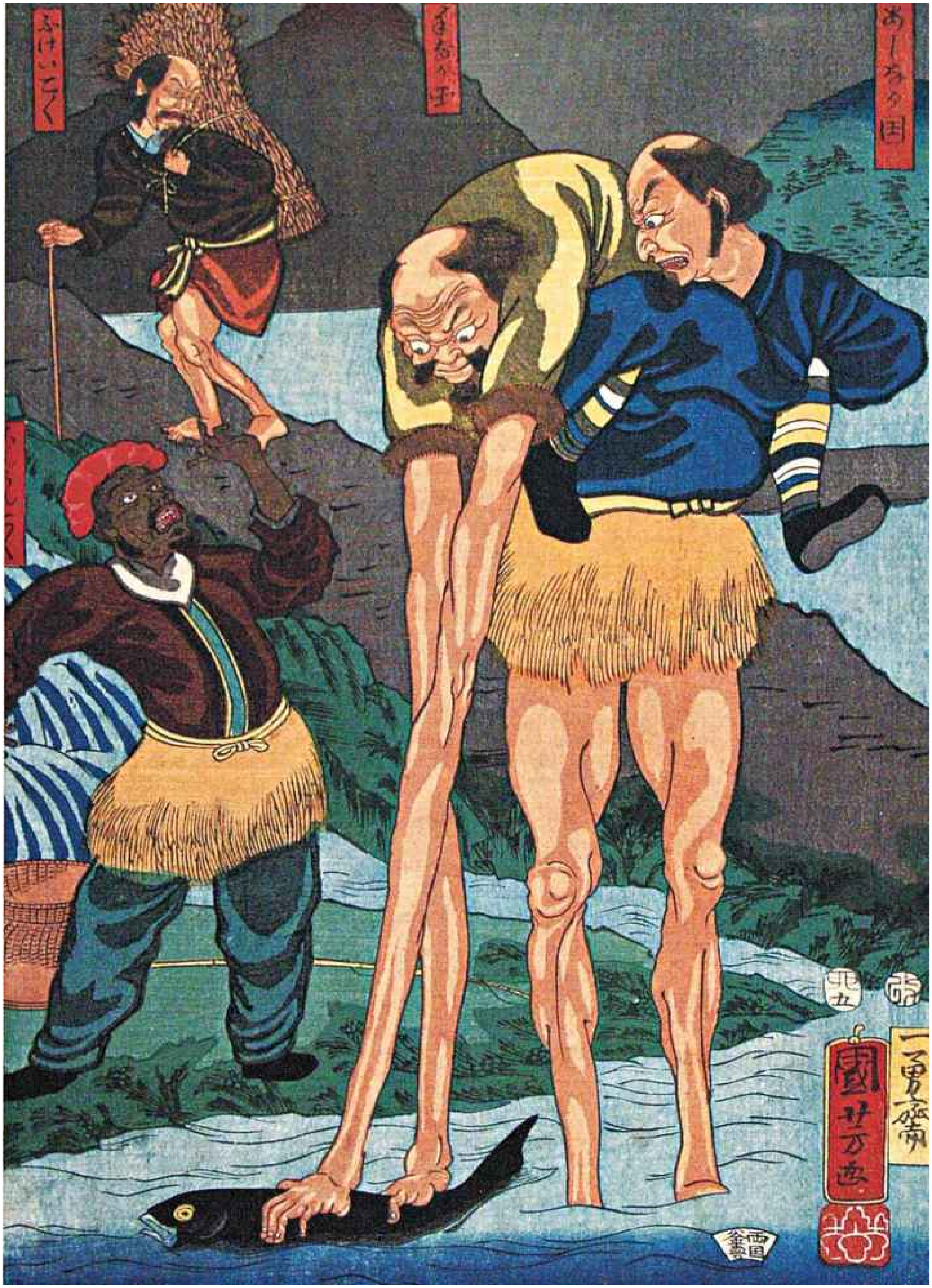
手长足长

从山上伸出长手长脚做坏事

手长足长是一种手脚很长的妖怪，栖息在秋田县和山形县交界处的鸟海山，经常从山上伸出长手长脚，袭击经过日本海的船只和山脚下的村子。据说，它后来被鸟海山之神“大物忌神”制伏。

另外，还流传着栖息在福岛县磐梯山的手长足长被制伏的故事。这个手长足长也会伸出长手长脚，把猪苗代湖的水泼洒到会津地区的村子里，引发洪灾，或是抢夺村民种植的农作物，尽做坏事。手长足长吼叫时仿佛雷声轰鸣，瞪眼则犹如电光闪闪，给村民们带来了很大的困扰。

有一天，村里来了一个衣衫褴褛的和尚，听说此事后，说：“我来制伏这个妖怪吧。”他爬到磐梯山的山顶，大声喊道：“喂，手长足长，别看你这么嚣张，其实也有做不到的事情吧！”那妖怪听了，用震耳欲聋的声音嚷道：“你这可恶的叫花子和尚，说什么呢？天下就没有我做不到的事！”和尚说：“你块头这么大，肯定没法变小吧？”话音刚落，那妖怪就渐渐变小了。和尚诵念着“变成芝麻！”，用法力把它变成了一粒芝麻那么小，随即收入盒子里。从此以后，手长足长就被关在里面，再也没有出来祸害村民。


ふけいこく
あしなが国
一勇斎
國芳画

《手长足长偶人·浅草深山》

歌川国芳

福冈市博物馆藏

二
水里的妖怪



人能在河里或海里游泳，能乘坐船只，但不能住在水里。水里是怎样的世界，人们无从知晓，便想象那里有很多不可思议

的、可怕的妖怪。河里有“河童”，经常给人捣乱；海里有“海坊主”和“舟幽灵”，会使人们乘坐的船只遭遇海难。但只要人们友善相待，这些妖怪也会和人一起玩，或给人帮忙。

妖怪和幽灵有什么不同?

岩井宏实

妖怪和幽灵，这两者都会让我们感到害怕，所以经常被认为是一样的东西。但它们其实完全不同。

幽灵是人死后的灵魂。死后无人祭奠而孤苦悲戚的灵魂，或是对人世间抱有遗恨的灵魂，会变成幽灵来到人世间。所以，幽灵经常出现在与其有关的地方，或是其怨恨之人所在的地方——即使这个地方与其相距很远。

幽灵的形象经常出现在《源氏物语》《今昔物语》《日本灵异记》等书中，以及江户时代以来的歌舞伎和怪谈里，例如《东海道四谷怪谈》《怪谈牡丹灯笼》等。这些作品中描写的幽灵，大多是对怨恨之人进行报复或作祟。但除此之外，也有比较友善的幽灵——人死之后的灵魂经常出现在亲人好友面前，以求被人们惦记着，不被遗忘。

幽灵是鬼魂，而妖怪原本是神，而且大多是无人祭拜的没落的神。

妖怪出没的地方比较固定，大多是在山、村、海、河。日本人自古以来就相信：有一个自己居住的世界，还有一个神和妖怪居住的世界（日语写作“他界”）。妖怪会出现在人与他界接触的地方。

幽灵会以特定的人为目标出现，妖怪则是在自己的领地被侵犯时或被激怒时才会出现。

幽灵大多以人的形象出现，而妖怪大多表现为鬼、天狗、山姥等面目狰狞的形象，或是独眼、独脚等异于常人的形象。据说，这是因为神来到人世间时，要和人区别开来。此外，妖怪还可以以器物、动物、树木等各种各样的形象出现。



浅倉当吾亡霊
一勇斎國芳画

《浅仓当吾亡灵之图》

歌川国芳

日本国立国会图书馆藏

幽灵大多出现在夏天的半夜里，比如说“暖风吹拂、草木俱寂的丑时三刻”；不知为何，妖怪则大多出现于寂寥的秋冬之季的黄昏或拂晓。

河童

出现于河川或沼泽、大家非常熟悉的妖怪

妖怪中的大明星

河童是最有人气的妖怪，经常出现在插图里，或是被做成装饰品、吉祥物。日本各地对河童有各种各样的叫法。

至于河童的形象，也是五花八门。大多样子如孩童，娃娃头发型，头顶上的碟子里装着水。有的背部有甲壳，手指间、脚趾间有蹼。有的地方的河童则像乌龟、甲鱼、水獭之类的动物。

河童擅长游泳，所以人们也把擅长游泳的人叫作“河童”。因为没有必要教河童游泳，所以教比自己博学的人的行为被称为“教河童游泳”。还有，河童再怎么擅长游泳，也有可能被水冲走，所以达人也会失败这类事，叫作“河童溺水”。

很多人都说亲眼见过河童。从江户时代开始就有很多描绘河童的画。

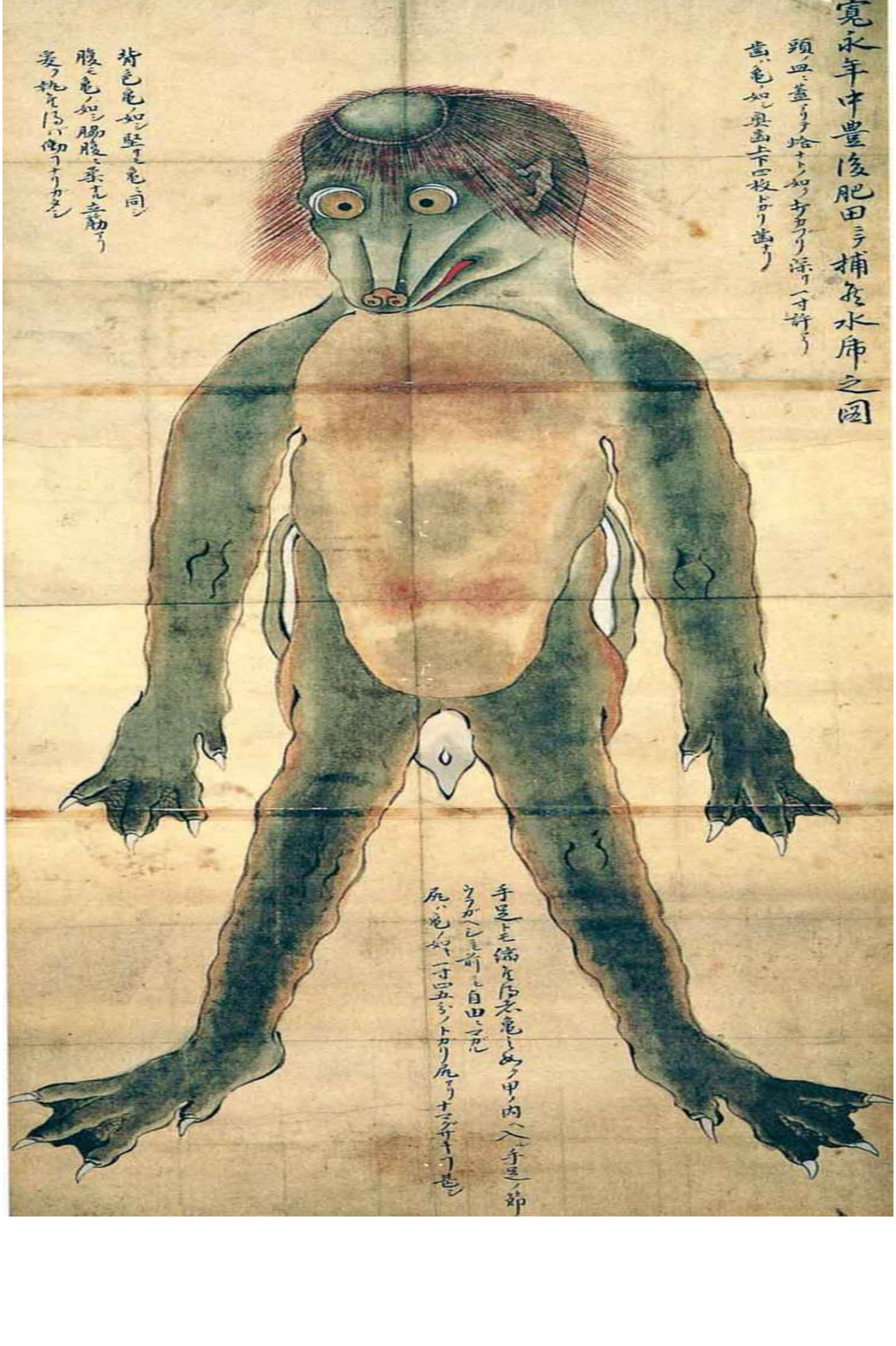
河童也屡次出现在书里。柳田国男根据岩手县远野市的民间传说写成的《远野物语》里，就有河童出场：树木间隐约可见的红脸男童，在河边沙滩上发现的河童脚印。



河童像。高70厘米

（根据下面的《水虎之图》复原制作）

川崎市市民美术馆藏


寛永年中豊後肥田ニテ捕候水虎之図
頭ノ皿ニ蓋アリテ蛤ナトノ如ク中カブリ深サ一寸許リ
歯ハ亀ノ如シ奥歯上下四枚トカリ歯ナリ
背色亀ノ如シ堅キモ亀ニ同シ
腹モ亀ノ如シ腸腹ニ柔キ立筋アリ
手足トモ縮メ候時ハ亀ノ如ク甲ノ内ヘ入ル手足ノ節
ウラガヘシモ前モ自由ニマガル
尻ハ亀ノ如ク一寸四五分ノトカリ尻アリ ナマグサキコト甚シ

《水虎之图》

江户时代初期，在现在的大分县捕获的河童的图。河童头上的碟子有盖，深3厘米；后背和腹部与龟类相似，手脚可缩进甲壳里。

川崎市市民美术馆藏

大正时代的著名小说家芥川龙之介（1892—1927）也写过一篇名为《河童》的杰作，讲述一个青年来到“河童国”的经历。

把马拖进水里的河童

据说，河童很喜欢马。从前，岩手县远野地区姥子渊旁边住着一户叫新屋的人家。有一天，那家的孩子把马牵到水潭边纳凉，自己跑去玩了。这时，河童跑出来想把马拖进水里。但马的力气很大，反而把河童拖到了马厩里。

河童躲在草料桶下面。家里的人发现桶倒扣着，觉得很奇怪，稍微掀开就看见了它的手。就这样，河童反而被抓住了。它保证决不再犯，才被放走。

○河童（かつぱ）

川太郎ともいふ



《百鬼夜行·河童》

鸟山石燕

早稻田大学图书馆藏

河童的保证书

河童不仅会口头道歉，还会留下白纸黑字的保证书。在福井县就流传着这样的故事。

傍晚，有个村民把牛牵到海边，想给它冲澡。但不知怎么回事，牛不肯下水。仔细看，发现有个五六岁的小孩正抓着牛脚往水里拖。村民把小孩抓住并绑了起来。那小孩其实就是河童。河童招供说：“祇园祭的时候，我要向神供奉人或家畜的‘尻子玉’。现在还差一颗，迫不得已，我想取这头牛的。”

村民本来想杀死河童，但它拼命求饶，就让它送一份保证以后不再干坏事的证书（“河童的保证书”），才放它走。第二天一早，河童送来保证书，文字能映在水面上。

日本全国各地都流传着这样的故事，甚至还有人说家里至今还保留着这样的“保证书”。

所谓“尻子玉”，一般认为长在肛门部位，在水里被拔走的话，人或动物就会淹死。所以，有这样的传说：在祇园祭前，不能到河里游泳或玩水。



《妖怪着到牒·想要抠走尻子玉的河童》

北尾政美

东京都立中央图书馆藏


和漢百物語
白藤源太
菊葉亭露光記

《和汉百物语·白藤源太》

月冈芳年

日本国立国会图书馆藏

喜欢玩相扑的河童

河童很喜欢玩相扑。在福冈县流传着这样的故事：从前，有个小伙子经过河堤时，被河童拦住去路。河童说：“我们来玩相扑吧。你如果输了，就不能通过这里。”这小伙子是村里玩相扑最厉害的，“嗨哟”一下就把河童摔了出去。但是，马上又跳出来一只河童。小伙子就这么接二连三地跟河童相扑，渐渐觉得有些累了。这时，他想起了击退河童的法术，便往自己手上涂了些唾沫，然后向河童扑去。那些河童顿时被吓得四下逃散。据说，河童很讨厌人的唾沫。



《江户名所道戏尽之二·两国骤雨》

歌川广景

东京都立中央图书馆特别文库室藏



《毛谷村六助》

歌川国芳

国际日本文化研究中心藏

想要在相扑中打败河童，还可以用别的方法：河童前来挑战的时候，对它做鞠躬、倒立等动作。这是因为，头顶上的碟子里有水时，河童才能发挥力气。它模仿人鞠躬或倒立时，碟子里的水就会洒出来，从而使它变得浑身乏力。

河童的秘方药非常好用

茨城县流传着这样的故事：从前，有个村民在牛久沼岸边散步，看见河童掉落在地上的手指，就捡起来带回了家。当晚，他梦见了那个掉手指的河童，它央求道：“请把手指还给我吧。”他充耳不闻。河童又说：“你把手指还给我吧，作为报答，我把非常好用的秘方药的配制方法告诉你。”于是，村民把手指还给河童，河童则把很灵验的创伤药的配制方法传授给他。这种药叫作“岩濑万应膏”，在民间被长期使用。

另外，据说河童还喜欢摸女人的屁股。在福冈县的博多地区，有个人名叫鹰取运松庵，他的妻子长得非常漂亮。有一天，妻子去上厕所，感觉有一只手从下面伸出来摸她的屁股。第二天也是如此。于是，她用短刀砍断了那只手臂。仔细看，那手指间长着蹼，原来是河童的手臂。从那以后，河童每天晚上都上门恳求还手臂。最后，夫妻俩把手臂还给了河童，而河童则传授其接骨之法作为报答。后来，运松庵开了一家正骨医院，成了出色的名医，生意非常红火。

水虎

水虎ハかたち小児のごとし甲ハ鯪鯉のごとく膝頭虎の爪ニ似たりつねに磧水の辺ニありて沙の上ニ甲を曝すといへり



《今昔画图续百鬼·水虎》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

河童原本是水神

大家都知道，河童是一种会把人和动物拖入水中的妖怪。但其实，河童原本是水神。

在富山县、青森县、岩手县、新潟县、鹿儿岛县等地，人们还把河童叫作“水灵”或“水神”。由此可见，人们原本是把河童视为水神的。



《河童图》

川崎市市民美术馆藏

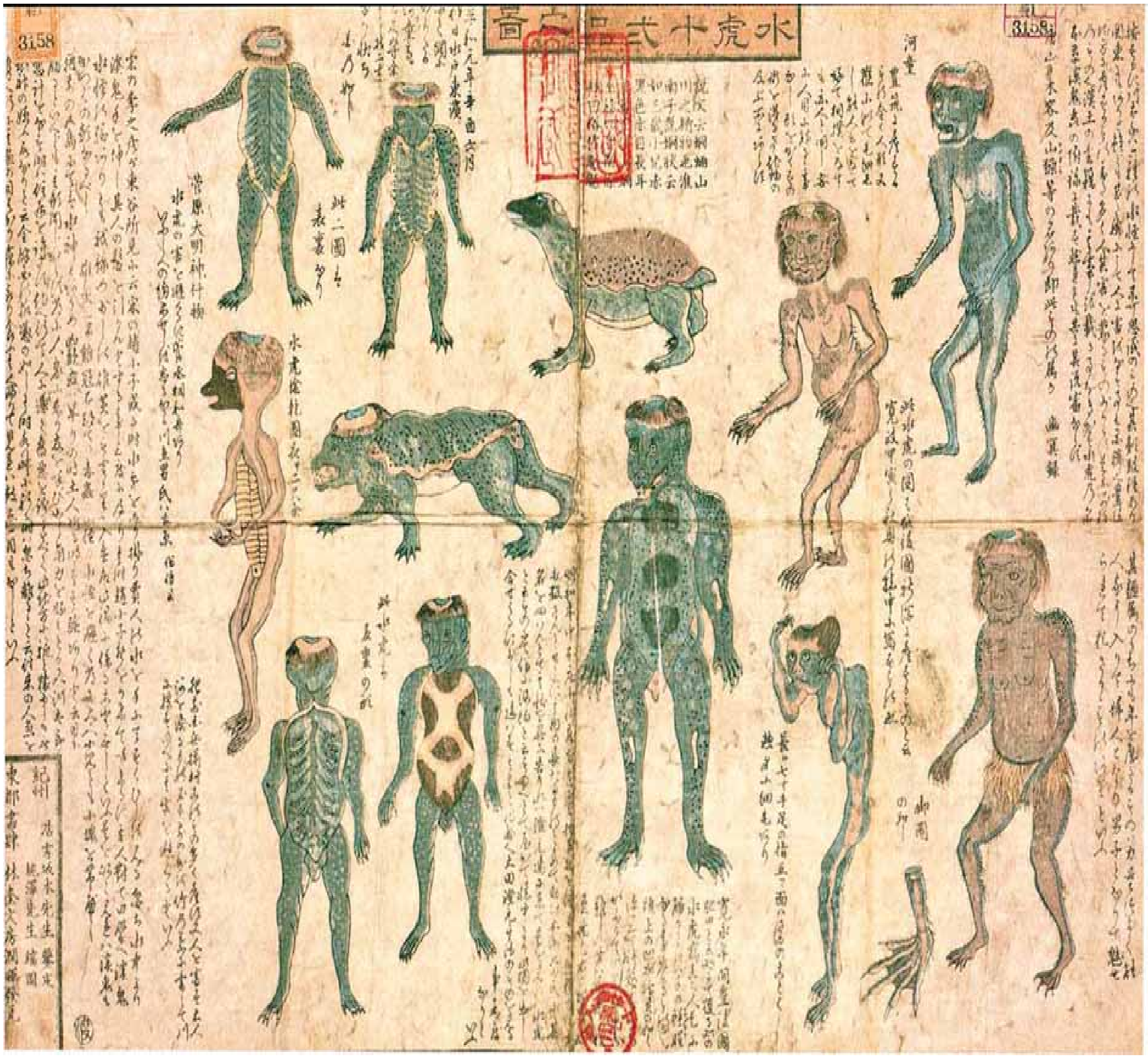
河童以人的形象出现时，会化身为头上顶着碟子的孩童；以动物的形象出现时，后背则有甲壳。前者的话，共同点是以孩童形象出

现。在日本，人们自古以来认为，神来到人世间是以孩童的形象现身的。因此，水神表现为孩童模样的河童，是合乎情理的。

另外，日本人认为，每到春天，山神就会下山到村子里来，变成田神或水神。在九州的山区，还流传着这样的说法：河童每年春天和秋天会往返于山间与河川，“河里住千年，山中住千年”。栖息于山里时，河童被冠以“山童”等称谓。

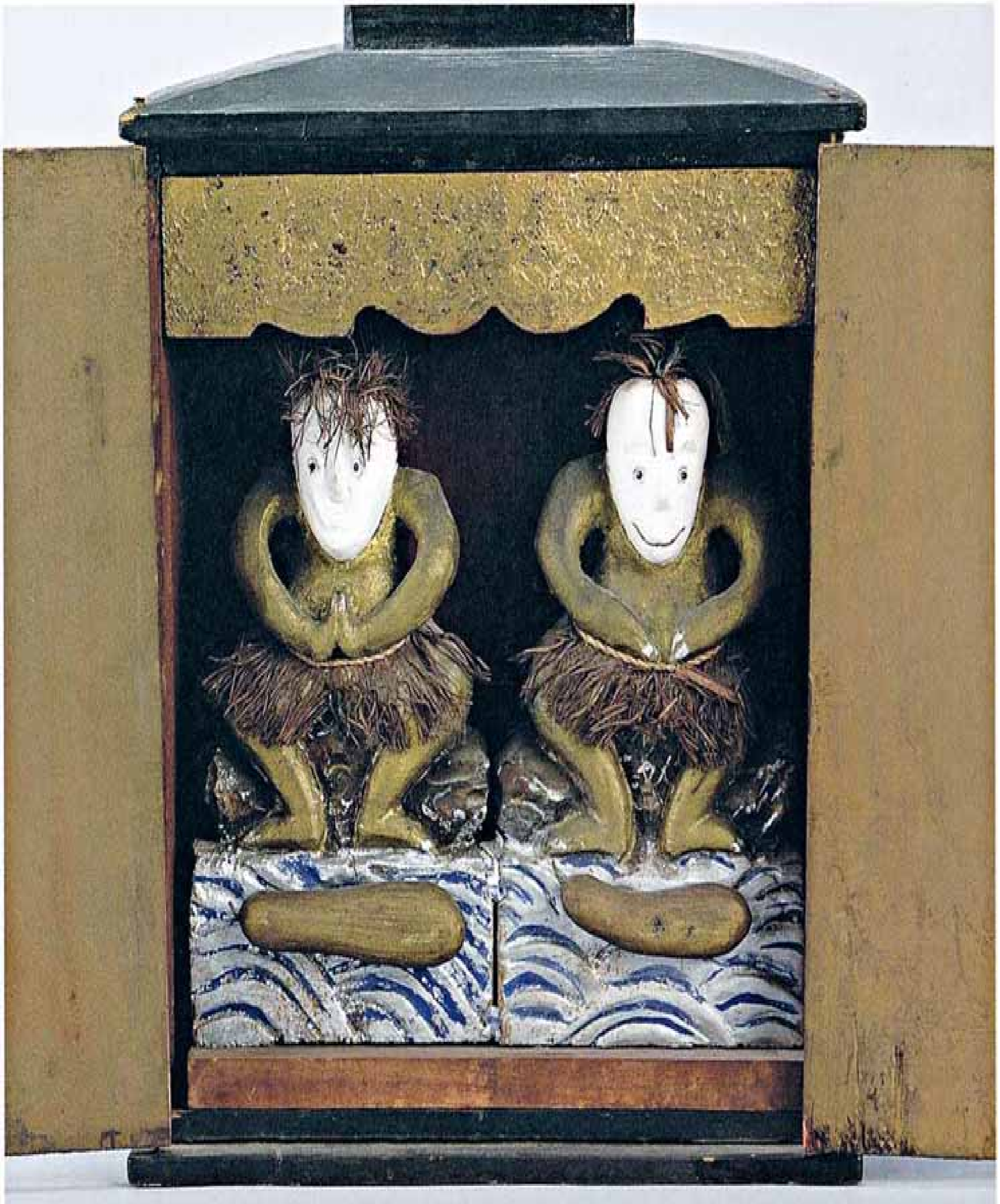
到了夏天，人们会举行河童祭：把水神河童最喜爱吃的黄瓜投入河里，祈祷不要发生溺水事故。

河童原本是水神，后来为什么变成了妖怪呢？古时候，人们认为洪水、干旱等自然灾害都是因为触怒了水神而引起的，所以对水神非常崇敬，举行各种各样的祭拜活动。但随着人们逐渐掌握修建堤防、引水灌溉的技术，学会了如何支配自然，对水神的感谢和敬畏之情逐渐淡薄，原本是水神的河童也就被视为妖怪了。



《水虎十二品之图》

日本国立民族学博物馆藏



水虎神

日本国立民族学博物馆藏

在青森县，水虎被认为是镇压河童的水神

蟾蜍

被误认为是岩石的大蟾蜍妖怪

假扮成法师的蟾蜍

江户时代的物语集《狗张子》里记载了这么一个故事。从前，京都农村有个农夫，有一天他被两个三米高的法师抓住并关进洞窟里。农夫趁两人睡觉，用锄头把他们打倒，然后逃回了家。第二天，他发现洞窟入口有两具尸体，是一只乌龟和一只三十厘米长的蟾蜍。

比睿山的大蟾蜍

相传，滋贺县比睿山的山主人是一只蟾蜍。有一天，有个男人爬上比睿山，躺在岩石上抽烟。这时，突然发生了大地震。他被吓得跳起来一看，才发现自己脚下的这块岩石原来是一只大蟾蜍，蟾蜍被掉落下来的烟灰烫到才抖动起来。后来，这个男人因大蟾蜍作祟，患热病死掉了。



《百鬼夜行·相马内里》

歌川芳几

大阪城天守阁藏

泷夜叉姬以相马内里遗址为据点，继承平将门的遗志，变成复仇之鬼，召集妖怪


周防の大蝦蟇
周防国の山奥に年ふるき
蝦蟇ありて常に蛇をとりて
食とするとなん

《绘本百物语·大蟾蜍》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏



《北越奇谈·大蟾蜍》

葛饰北斋

早稻田大学图书馆藏

甲鱼

食用龟因执念太深也成了妖怪

甲鱼妖怪

甲鱼是龟类的一种，性格固执，一旦咬住东西就不松口。

据说，甲鱼的肉具有滋养功效和药用价值，所以现在也有餐馆用甲鱼做菜肴。

江户时代，名古屋有个男人很喜欢吃甲鱼肉，几乎每天都和朋友一起吃。有一天，他来到店里，发现店主人的嘴突出来了，像甲鱼似的；脚也长长的，仿佛变成了幽灵。他被吓得赶紧逃回了家，但还是不停地打战。即使躲进被炉里取暖，也浑身直哆嗦，这个状态持续了两三天。

甲鱼原来是池塘之主

还有这样一个故事：在岐阜县大垣市附近的村子里，有个村民抓住一只大甲鱼，打算拿到街上去卖。半路经过一个池塘，听到里面有个声音问：“去哪里？”紧接着，背后篓子里传来回答：“今天去大垣市。”又问：“什么时候回来呢？”“明天回来。”听到这话，男人才知道这甲鱼原来是池塘之主，不由得大吃一惊。但他什么也没有说，把甲鱼卖给了鱼店。几天后，他再次来到鱼店，店老板告诉他：“那只甲鱼真可怕。我把它装进一个非常结实的、肯定不会被咬破的网兜里，但第二天一早发现它逃跑了。”

牛鬼·濡女

栖息在山涧水潭或海边，经常袭击人



鬼脸牛身的形象

牛鬼是一种鬼脸牛身的可怕妖怪，经常抓人或家畜吃。

在和歌山县，有个名为牛鬼渊的水潭，是山涧水淤积之处。周围耸立着高高的岩石，水潭底下有个洞穴直通大海。据说，每当潭水混浊之时，牛鬼就会出来。


に

《画图百鬼夜行·牛鬼》

鸟山石燕

川崎市市民美术博物馆藏

牛鬼还吃人的影子。人一旦被吃掉影子就会死。另外，牛鬼遇到人时，会目不转睛地盯着对方看，最后再将人杀死。在这种时候，只要念一句“石头流动，树叶下沉”这样意思颠倒的咒语，就会得救。

栖息在德岛县白木山的牛鬼，经常来村里抓人或家畜吃，村民们都很害怕。后来，有个名叫平四郎的神枪手终于把牛鬼打死了。牛鬼的血顺河流而下，一直流到下游几千米外的平四郎家门口。但被平四郎的威武之气震慑，结果又沿着河水逆流回去了。

高知县的牛鬼渊，自古就有很多鱼。但牛鬼渊的主人是牛鬼，大家都很害怕，所以没人敢去那里捕鱼。但有个村民想出一个投毒捕鱼的主意。他睡着后，梦见一个美女对他说：“不要做那种事。”醒来后，他不以为然，还是投毒捕鱼，并做成佳肴，摆酒设宴。这时，外面突然雷声大作，山体坍塌，把他家埋了。

牛鬼和濡女

牛鬼栖息在山涧上游的水潭里，而水潭被认为能通往大海，所以牛鬼也经常出现在海边。出现在海边、海滨时，它会变成女人头蛇身的形象，所以被认为是与濡女、矶女[1]同类的妖怪。

从前，岛根县有个名叫染五郎的印染工匠，晚上去海边钓鱼。他钓了很多，正准备回家，忽然有个怀抱婴儿的女人从海里走出来，请求他：“请帮我抱一下这个小孩。”染五郎不假思索地把婴儿抱过来，女人随即消失在海里。这个女人其实就是濡女。染五郎明白过来，想放下婴儿赶紧逃跑。这时，牛鬼从海里出现，在后面追赶他。染五郎躲进附近的小屋里。牛鬼在小屋外转了几圈，并且叫嚷着“可惜，可惜”，然后便离开了。这叫声竟然是女人的声音。

在北九州的沿海地区，也流传着许多类似的故事。濡女把婴儿交给经过海边的人，消失不见，然后牛鬼跳出来袭击人。那人想放下婴儿逃跑，但婴儿变成沉甸甸的石头，紧紧地粘在手上，怎么也甩不掉。牛鬼趁机抓住并刺死他。


ぬれ女

《百怪图卷·濡女》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏



《百怪图卷·牛鬼》

佐胁嵩之

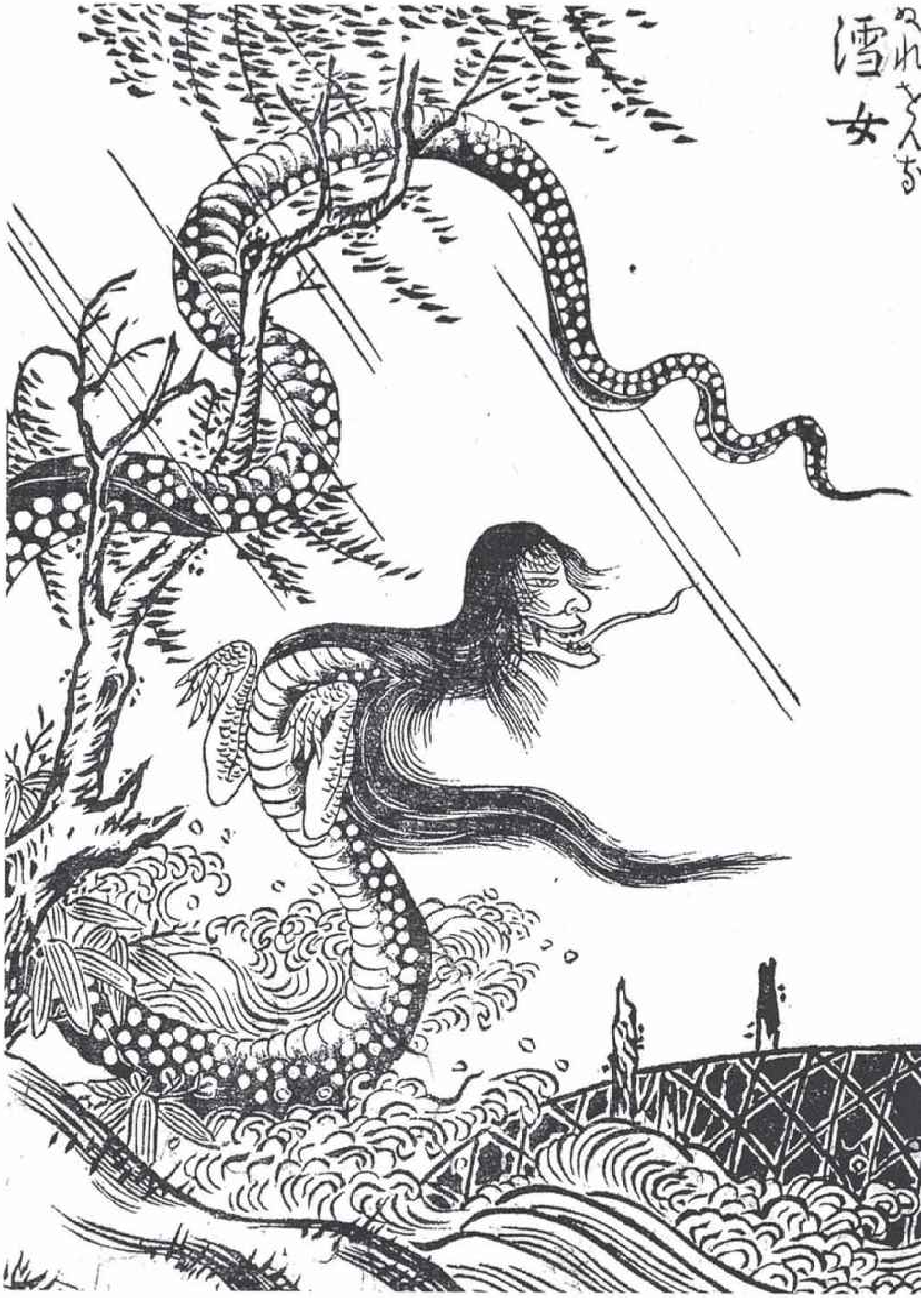
福冈市博物馆藏

驱邪的牛鬼

有一种观点认为，牛鬼的真身是山茶树的老树根。在日本，人们认为山茶树上寄居着神灵，是一种神圣的树。也就是说，牛鬼原本是

神的化身。实际上，牛鬼能加害于人，但也能为人驱邪，所以各地有祭拜牛鬼的风俗。

爱媛县御庄町每年十一月三日举行的御庄祭就是一例。人们牵着牛鬼像走在神轿前面，到各家各户把牛鬼像的头伸进屋里，这样就能起到驱邪的作用。除此之外，爱媛县的很多祭祀活动都有牛鬼像出场。


濡女
ぬれをんな

《画图百鬼夜行·濡女》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

注释：

[1]矶女是一种生活在海边礁石堆里的女妖怪。日本的沿海地区都曾出现过这类妖怪，但将其叫作“矶女”的仅限九州地区。

人鱼

人面鱼身的女妖怪

世界各地的人鱼传说

人面鱼身形象的人鱼传说，在世界各地都流传着。中国和日本关于人鱼现身的记载，很早以前就有了，但东方和西方描绘的人鱼形象略有差异。有很多人说，见过人鱼在海岸边给婴儿哺乳，并认为那就是儒艮之类的海中怪兽。

据说，过去在福井县出现的人鱼，是御浅岳的“御浅明神”的使者。它脖子以上是人脸，脖子上垂着形似鸡冠的东西，脖子以下则是鱼身。有一次，人鱼被海浪冲到沙滩上，村里的渔夫用船桨将它打死并扔进海里。之后一连几天，狂风大作，海水轰鸣。然后，大地震爆发，地面裂开，把整个村子都吞没了。

还有关于人鱼漂流到青森县的记载：“人鱼长着红色冠状物，脸似美女，鳞片金光闪闪。它的叫声像云雀一样清脆悦耳。”

南海的人鱼

冲绳县流传着这样的传说：一天夜里，从海上传来女人悦耳的声音。第二天，村里的三个小伙子划船出海，用渔网抓住了声音的发出者——一个半人半鱼的生物。它哭着哀求道：“我离开水就会死。”于是，小伙子们放它回到海里。后来，人鱼前来报恩，告诉他们即将发生大海啸，这让村民们得以提前撤离。

鹿儿岛县的奄美大岛有一种人面鱼，会从深海底浮到水面上，但一看见人就立刻沉入海里。这种人面鱼出现时，海上就会掀起大风

浪，十分可怕。


て胸ハ
を
ぐろり毛ゑ
の人うり
とも云

《今昔百鬼拾遗·人鱼》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

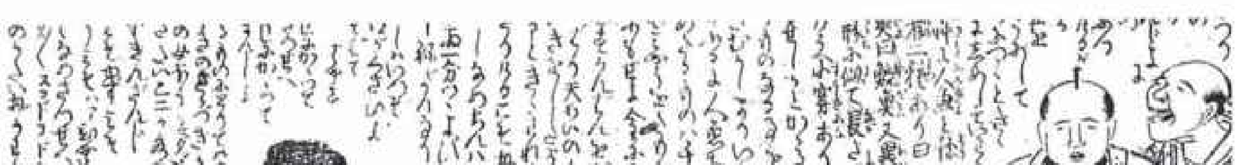

觀音靈驗記
西國順禮
三拾二番
近江
観音寺
人魚
万亭應賀誌
彫竹

《观音灵验记·西国巡礼三十二番·近江观音寺·人鱼》

歌川广重、歌川丰国

日本国立国会图书馆藏





《箱入娘面屋人鱼》

山东京传著　北尾重政绘

（“箱入娘”在日语中表示“千金小姐”之意）

东京都立中央图书馆特别文库室藏

从江户时代中期，日本开始流行带有插画的娱乐小说、黄表纸（江户时期成人读物），其中很多作品都有妖怪出场。《箱入娘面屋人鱼》的主人公“人鱼”是浦岛太郎的女儿，她在海里被一个渔夫钓上来之后就与他结成夫妇，但日子过得很清贫。当时传说“舔过人鱼者能延寿千岁”，于是人鱼就开始做“舔人鱼”的生意——让人舔然后赚取钱财。人们都争先恐后地前来光顾，丈夫也每日舔尝，结果越来越年轻，最后变成了小孩子。这时，人鱼的父亲浦岛太郎拿着玉手箱出场了……

小豆洗·小豆淘·小豆量

只发出淘洗小豆的声音，却不见身影



淘洗豆子的妖怪

小豆洗这种妖怪，大多数时候是在河边发出洗豆子的声音，却不见身影。日本各地都有这种妖怪，只是称谓各不相同：在广岛县等地区被叫作“小豆淘”，在鸟取县被叫作“小豆漉”，在冈山县被叫作“小豆野郎”……因为不见身影，如果有人觉得奇怪，循声走近，就会掉进河里或水沟里，或是上当受骗。

另外，有些地区认为小豆洗是老太婆，广为流传的有岩手县的“小豆洗婆婆”、神奈川县的“小豆淘婆婆”。

山梨县西北部的长坂町，有一座諏访神社，其附近有棵大树，树上栖息着小豆淘婆婆。它每天晚上发出“唰啦唰啦”洗豆子的声音，还叫住树下的过路人：“请您吃豆子。”趁过路人惊慌失措，它用一个大笊篱把人捞到树上去。

据说，长野县的小豆淘还会唱歌谣：“洗豆子啦，抓人吃啦，唰啦唰啦……”

新潟县的一个村长家里，有一棵树龄好几百年的大枞树，树洞里栖息着一只小豆淘。每到雨天，它就会哼唱着“洗豆子啦，抓人吃啦”，十分吓人。

那么，我们来想一想，为什么人们认为这种声音是淘洗小豆的声音呢？小豆是红色的，很漂亮，所以自古以来就被当成只在祭神之日才吃的特别之物。直到今天，日本还保留着在喜庆日子吃红豆糯米饭的习俗。也就是说，小豆被认为是神圣之物。因此，起初人们认为淘洗小豆的人是神的侍奉者。但后来随着人们对神的信仰渐渐淡薄，淘洗小豆的妖怪形象也就出现了。


小豆あらひ
寺の小僧谷川に行て
小豆を洗ひ居たり
しを同宿の坊主
意趣ありて
谷川へつき
おとしけるが
岩にうたれて
死たりしより
其小僧の霊
おりおり出て小豆を
洗ひ泣つ笑ひつ
なす事になんありし

《绘本百物语·小豆洗》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

除了淘洗小豆的妖怪，还有淘洗米的妖怪，例如栃木县的“米淘婆”、爱知县的“米淅”等等。另外，有的地区认为是狐狸在洗小豆，例如冈山县的“小豆洗狐”、静冈县的“洗濯狐”。

在府宅里的小豆量

另外，在东京被称为“江户”[1]的时候，有一种名为小豆量的妖怪，它并非栖息在河里，而是在某个武士的府宅里。一天晚上，武士的友人说想看个究竟，就留宿在府宅中。他竖起耳朵安静地听，半夜时分，阁楼上传来“咚咚咚”的脚步声，接着又听到撒小豆的声音。声音越来越大，然后庭院传来木屐在踏脚石上行走以及洒水的声音。他刷地拉开门，外面却空无一物。

注释：

[1]“江户”是东京部分城区的旧称。1868年明治维新时，“江户”改称为“东京”。

芝天狗·水蝹

类似于河童，很喜欢相扑

出现在村里的芝天狗

芝天狗又被称为“猿猴”，在高知县广为流传。一般来说，出现在村里的叫芝天狗，出现在河流上游的叫猿猴，但区分并不是很明确。

傍晚到夜晚的这段时间，芝天狗会出现在水边，一见到有喝得半醉的人路过，就上前拉他玩相扑。过路人一旦答应，就会整晚都被缠住，没完没了地陪芝天狗玩相扑，直至筋疲力尽。拂晓时分，路上没有行人了，芝天狗还会自己在那儿玩相扑。

从前，有个老太婆在田里种了黄瓜，可是黄瓜稍微长大就会被偷摘走。有一天，老太婆去田里摘黄瓜，看见有个形似孩童的活物翻倒在地上，手脚乱蹬。老太婆觉得那活物很可怜，就把它扶起来。那活物头顶上的碟子没水了，浑身乏力。但是，老太婆去河边舀水倒在那碟子里，活物立刻变得精神抖擞，道谢之后跳进河里游走了。

第二天一早，老太婆打开门准备去田里，发现门板木钉上竟然挂着四五条大香鱼。从那之后，每天门上都会挂几条香鱼。有一天，木钉被折断了，老太婆就把鹿角钉在门上代替木钉。可是，从这天起，门上就再也没有香鱼了，因为芝天狗很讨厌鹿。

芝天狗喜欢玩相扑和吃黄瓜，这方面与河童相似。在高知县南国市，有的地方孩子们会举行猿猴祭。另外，在河伯神社至今还会举行河童祭。

栖息在榕树上的水蝹

在鹿儿岛县奄美大岛，有一种叫作水蝹的妖怪。在日语中，水蝹的发音是“ケンモン”，原本指妖怪或可疑之物[1]。每当山雨欲来的昏暗夜晚，山那边就会飘来青白色的火光。这火是水蝹发出来的——有人认为是水蝹的爪子或头顶上的碟子点亮的火，有人认为是水蝹的唾液在发光。水蝹样子如七八岁孩童，据说脚很长。另外，水蝹很擅长捕鱼，有时还会和渔民一起捕鱼；它似乎唯独不喜欢吃章鱼。

水蝹栖息在榕树上，经常唱摇篮曲。据说，现在人们经过榕树下时，还能听到水蝹唱摇篮曲。水蝹还经常吃蜗牛。据说，从前有个小孩被水蝹抓走，第二天被找到后，他告诉大家：“我被拉着在山里转来转去，还被迫吃蜗牛。”

从前，有个渔夫从宫崎县来到奄美大岛定居。有一天，他想搭建个鸡棚，就砍掉了占地的榕树。当地人是从来不砍榕树的。几天后，渔夫晚上回家，半路跳出一个小孩叫住他：“叔叔，我们来玩相扑吧。”一开始只有这个小孩，渐渐地人越来越多，几十个轮番扑上来。渔夫一个接一个地把它们摔出去。因为对方人数众多，一整晚下来，渔夫累得筋疲力尽，天快亮时才回到家。回到家后，他一直发高烧，奄奄一息的，在床上躺了四十天。据说，是因为他砍掉了榕树，原本栖息在榕树上的水蝹才来报复他。



《南岛杂话·水蝹》

名越左源太

平凡社东洋文库出版

注释：

[1]日语写成“化の物”或“怪の物”，读成“ケノモノ”，与水蝹的发音相近。

亡者舟·海难法师

出现在海上的溺死者亡灵

海上遇难者的亡灵之船

据说，在青森县，渔船出海遇难，就会出现亡者舟。渔船经过无人岛，发现有很多奇怪的火焰，看不见船只，却能听到有人在船上忙忙碌碌干活的动静。渔船驶近，火焰却忽然消失，刚才的声音也听不见了。

在别的地方，则流传着这样的说法：有一年，盂兰盆节的月夜，村民们经过海边，听到海面传来划桨声以及船只向岸边驶来的声音。于是，全村人都聚集在那儿等待船只靠岸。然而，那船只是在海面上拉起风帆，并没有向岸边靠近。据说，这就是亡者舟，有时会出现在海面上。

还有一个传说：某年盂兰盆节的傍晚，海面上有一艘船向岸边驶来。岸边的村民“喂——”地向船只打招呼，并听到来自船上的回应。看见船只入港并收起风帆，村民们叫道：“把纤绳扔过来！”就在这时，那艘船消失得无影无踪。

岛上年轻人的亡灵

据说，在东京的伊豆七岛，每年一月二十四日夜晚，海难法师就会现身。从前，大岛上的二十五个年轻人杀死了欺压岛民的官吏。为了躲避追捕，他们坐独木船出海。结果遇上暴风雨，独木船翻了，所有人都葬身海底。那是一月二十四日夜晚。所以，那些年轻人的亡灵变成的海难法师，每年都会在这个时候出来。

海坊主

体形庞大的秃头海怪



黑乎乎的大妖怪——海坊主[1]

海里还栖息着海坊主这种可怕的妖怪。海坊主又被称为“海入道[2]”，有着黑乎乎的庞大身体和光秃秃的大脑袋。有的海坊主长着像鸟喙一样的嘴巴，有的海坊主脸上连眼睛、嘴巴、鼻子都没有。

日本的东北地区有这样一种习俗：出海打鱼时，要把最先捕获的鱼进献给海神。否则，庞大的海坊主就会出现，把船打翻，或者把船主抓走。

渔民们看到海坊主出现时，不能大呼小叫“那是什么怪物”，不要开口说话，也不要朝那边看。

从前，有个村民带着妻子去坐船。船夫提醒道：“这船不能载女人哟。”但他不听劝阻，非要带着妻子上船。船只驶出港口，没过多久就遇到暴风雨，眼看着就要被打翻了。船夫意识到这是触怒了龙神，便把船上装载的货物和乘客们的行李一件件扔进海里，但毫不见效。这时，海面上出现了海坊主——长着黑乎乎的大脑袋，两眼放光，嘴巴足有六十厘米那么宽。船夫生气地说：“都怪那女人。我都说了不让女人上船，还非要上来。”无奈之下，那个女人纵身跳进海里。海坊主立刻把她叼在嘴里，高高地举起来。这时，暴风雨停歇了，海上变得风平浪静。这个故事记载在《奇异杂谈集》里。



《百鬼夜行·海座头》

鸟山石燕

早稻田大学图书馆藏

海坊主被认为是水中之神——龙神衰落后变成的妖怪。据说，龙神常向村民们索要女子作为供品。

盲眼秃头的海座头

海坊主妖怪里还有一种叫海座头。在日语中，“座头”有盲眼僧人之意。据说，每到月末，海座头就会出现。

从前，有个船夫独自出海。突然，天空乌云密布，十余米高的大浪把小船团团包围。船夫害怕得蹲在船里。这时，海座头出现了，对他说：“很可怕吗？”他回答：“太可怕了。请救救我吧！”海座头扔下一句“月末不能乘船出海哟”，便消失了。然后，海面立刻恢复风平浪静，天空中的乌云也不见了。

海女房，海坊主之妻，手指间有蹼

海坊主的妻子叫海女房，有头发、眼睛、鼻子、嘴巴，还有手脚，形似人鱼，手指间有蹼。据说，它一般都是带着小孩一起出现。

在岛根县有这样的传说：有一天，海女房带着小孩来到村里，把村民用大木桶腌制保存的咸鱼全部吃掉了。海女房的下半身像幽灵一样模糊不清，有时又被称为“矶女”或“濡女”。据说，在鹿儿岛县，海女房被称为“矶姬”，会吸人血。

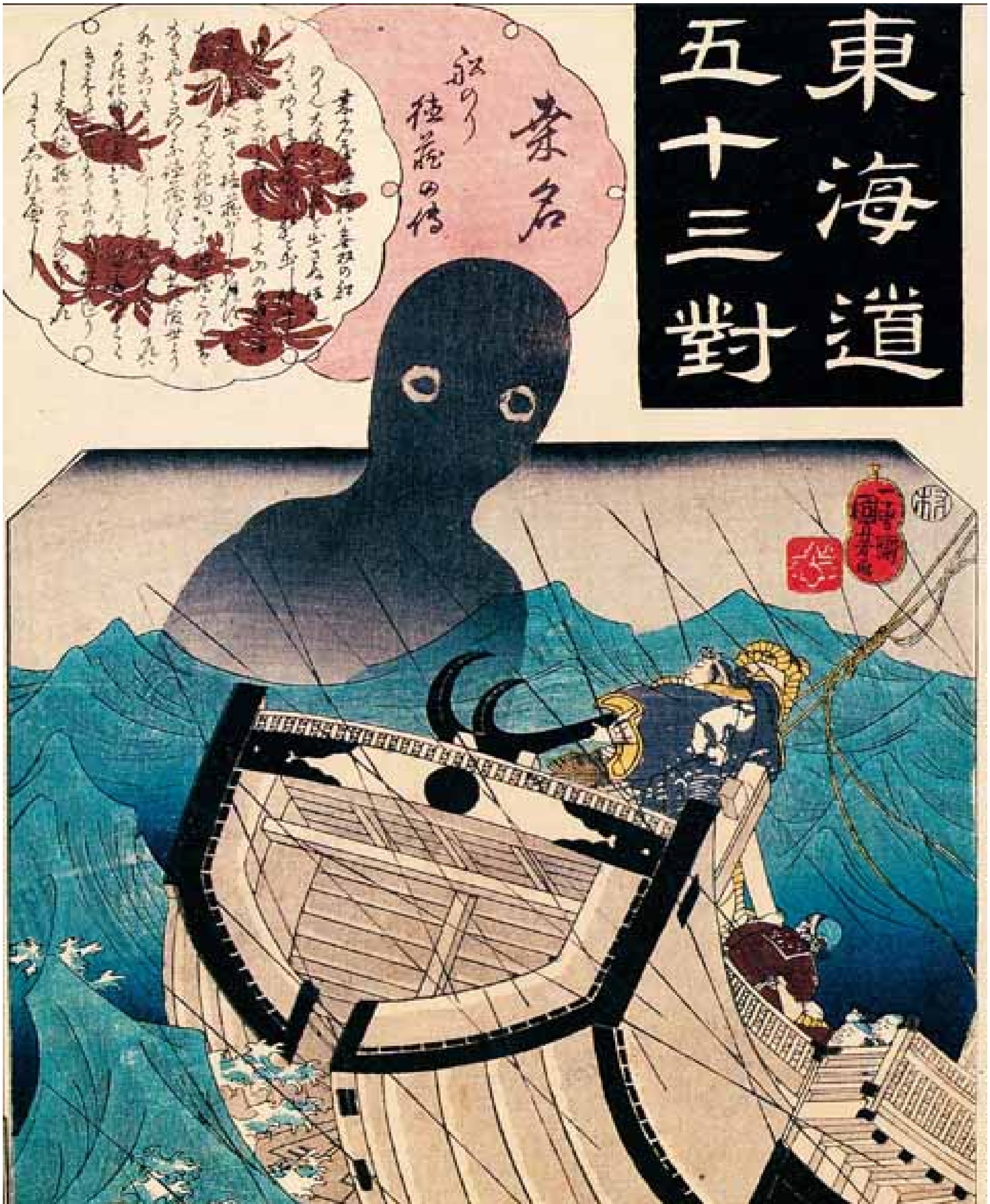
像拇指一般大小的怪童——浪小僧

浪小僧，也称“海小僧”，是栖息在海里、形似孩童的妖怪。静冈县流传着这样的故事：一个少年耕完地，在小河边洗脚。这时，从草丛里传来“喂——”的招呼声。他仔细一看，面前站着一个拇指大小的小孩子。小孩子对他说：“我是浪小僧，住在前面那片海里。前两天下了大雨，我被海水冲到陆地上来。现在太阳晒得正猛，我回不去了。请你送我回海边吧。”少年觉得浪小僧很可怜，就把它送回去了。

后来，少年所在的村子很久没有下雨，水田干涸，稻子都枯萎了，少年一筹莫展地在海边徘徊。这时，他忽然看见什么东西迈着小步子从海里朝自己这边跑来。定睛一看，原来是上次见过的浪小僧。浪小僧对他说：“谢谢你上次送我回家。我父亲求雨很厉害的，我这就让他帮忙求雨。”

浪小僧接着又说：“以后，快下雨时我在东南方向，雨快停时我在西南方向，发出波浪声通知你。”说完，它就消失了。没过多久，果然下起了大雨，村里人这才度过了旱灾。

从那之后，这个村子的人就经常通过波浪声来预知天气。



東海道五十三對
桑名

《东海道五十三对·桑名·海坊主》

歌川国芳

龟山美术馆藏

注释：

[1]在日语中，“坊主”表示和尚、光头之意。

[2]在日语中，“入道”可表示光头的意思。

舟幽灵

用长柄勺子往船里舀水、把船弄沉的幽灵



让船沉没的舟幽灵

在大海上，我们可以通行船只，可以捕鱼，让生活变得更富裕。然而，古时候的造船技术和航海技术还不发达，一旦在海上遭遇暴风雨，船就会被汹涌的巨浪打翻。对古时候的人来说，大海是很可怕的。因此，人们认为海里有各种各样的妖怪，这些妖怪会把船弄翻。

其中有一种妖怪叫舟幽灵。人们夜晚在海上打鱼或行船，有时会发现船突然倾向一侧，或看见前方出现岩石或海岛，或感觉到有什么东西正向这边靠近。另外，海面上还会浮现一些棉花状的物体，然后越来越膨胀，长出眼睛、鼻子，变成几十个怪物，纷纷伸手攀爬到船上。

这些舟幽灵大叫："把长勺给我！把长勺给我！"或是大叫："借长勺用一下！借长勺用一下！"它们要用长柄勺子把海水舀进船里，把船弄沉。船上的人如果把勺子给它们，船肯定会被弄沉；但如果不给，又不知它们会干出什么坏事。这时候，人们可以把事先准备好的没有底的长柄勺子递过去。舟幽灵用这没底的勺子拼命舀水，但一点水也舀不起来，最后只得放弃，纷纷散去。因为这个来由，舟幽灵又被称为"借大勺"或"给长勺"。

舟幽灵，还能让人们看见几十艘船排成一列在远处的海面扬帆航行的幻象。如果跟着那个"船队"行驶，就会被带到海里去。宫城县流传着这种说法：在海上行船，如果舟幽灵的"船队"出现，把自己的船驶到最前面，然后朝"船队"凝视，幻象就会消失。

误导航向的亡者火

舟幽灵有时会在海面上点火，误导船的航向。人们把这称为“亡者火”“迷火”。当然，日本各地对其称谓也各不相同，例如：在岛根县叫“村纱”，在长崎县叫“怪士”，在鹿儿岛县叫“亡灵火”……

从前，风雨交加的夜晚，人们会在岸边陆地上点起篝火，以此向海面上的行船告知航向，防止遭遇海难。这种时候，舟幽灵会在反方向的海面上点火，故意误导航向。岸上的篝火不会移动，只在固定的地方燃烧，而“亡者火”在海面上飘飘摇摇，按理说应该能区分清楚，但船夫往往在不知不觉间就被海面上的怪火引入迷途。

这样的舟幽灵，似乎大多出现在下雨天、满月或新月的夜晚。高知县流传着这种说法：遇到舟幽灵时，把灰或四十九块年糕扔进海里就能化解；舟幽灵贴附在船底时，可以用竹竿在水里来回搅动来化解。



《绘本百物语·舟幽灵》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏



《头尽画帖·船夫与舟幽灵》

河锅晓斋

河锅晓斋纪念美术馆藏



《文治四年摄州大物浦难风之图》

歌川国周

尼崎市立地域研究史料馆藏

大物浦是位于现在兵库县尼崎市的港湾。被源赖朝追杀的源义经一行从大物浦开船驶向西国，途中遇到大风。船头海里漂浮着平家的亡灵

桥姬

出现在桥上的嫉妒女神

宇治桥姬

河上的桥，被认为是神仙鬼怪的世界和人类世界之间的分界线，就像那些村界和交叉路口一样。为了防止妖怪越界闯入人类世界，人们自古就在这些地方祭拜塞神和道祖神。在桥边祭拜的是桥姬这位女神。

其中尤为有名的，是人们在流经京都府的宇治川上的宇治桥祭拜的宇治桥姬。关于宇治桥姬，自古就有各种各样的传说，平安时代初期的《古今和歌集》里有相关的和歌。

其中一个传说是这样的：从前，在宇治川附近住着一对夫妇，丈夫离开家去龙宫寻宝，一直没有回来。妻子悲伤过度而在桥边死去，变成了妖怪。另一个故事则是说，丈夫爱上别的女人，被抛弃的妻子嫉妒难耐，跳进宇治川自尽，后来变成妖怪，加害于人。

变成妖怪的桥姬

桥姬变成妖怪之后，面容丑陋，而且嫉妒心很强——自己得不到幸福，所以看到别人结婚就会非常嫉妒，百般阻挠。因此，婚礼队伍绝不能从桥上过去。另外，如果有人在桥上谈论其他桥，桥姬就会很生气地发起暴风雨。如果有人唱女人善妒的谣曲，就会招来不幸。据说，这也是桥姬搞的鬼。

桥姬经常托过桥的旅客捎信给远方的桥神或湖神——她们是桥姬的姐妹。山梨县的浊川流传着这样一个可怕的传说：桥姬托过桥旅客

捎信，旅客在半路上偷偷打开信来看，只见上面写着：“杀死这个人。”旅客大吃一惊，连忙改成“不能杀死这个人”，最终才逃过一劫。不过，在秋田县倒是流传着另一个传说：旅客从托他捎信的女神和收信的女神那里都收到谢礼，变成了大富翁。



《今昔画图续百鬼·桥姬》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

川姬

在河里诱惑年轻人的美女

在福冈县广为流传的川姬，是容貌美丽的妖怪。趁着小伙子们聚集在水车木屋里，川姬突然转动水车。这时候，要低下头，不去看川姬。小伙子要是看了川姬，被其美貌打动，魂魄就会被摄走。

除此之外，河里还有各种以人的形象现身的妖怪。

江户时代，在现在的青森县岩木川上游，有几个樵夫在河滩上搭了一间小屋供工作时居住。一天晚上，突然从门外传来一个老太婆的声音："我家小孩经常受到你们的关照，我现在来上门道谢。"在明亮的月光下，几个樵夫除了自己之外，并没看见其他人。大家心想：这可能就是传说中的"河媪"了。大家心里非常害怕，无法入睡，一直等到天亮。

香川县流传着"川女郎"的传说。每当洪水泛滥要冲垮河堤时，川女郎就会大声哭喊道："房子快被冲走啦！"

至于"川赤子"这种妖怪，则据说是掉进河里淹死的小孩的亡灵，会发出类似婴儿哭泣的声音。

川天狗

嫁给天狗的美貌妖怪

在东京都奥多摩町的山谷里，流传着关于川天狗这种女妖怪的传说。每当天气恶劣的日子，川天狗就会穿上漂亮的长袖和服，打着雨伞外出。它会发出山崩似的巨响，或者变出很多座虚幻的桥，或者变出长长的大瀑布。如果有人想看瀑布而走上前去的话，就会一头栽进山谷底。

据说，住在其他山谷的川天狗不会害人，但经常独自一人坐在岩石上，看起来很寂寞。后来，它消失了一段日子。到了秋天的一天，一只神气活现的天狗出现在岩石上，旁边偎依着一个美女——据说这美女就是川天狗，嫁给了天狗为妻。

在神奈川县，晚上人们去河里打鱼时，有时会看见黑暗中有巨大的火球。当渔夫撒网时，会发现前面也有人在撒网，但不见其人。有时则会听见很多人的嘈杂声，或看见火把。据说，这些都是川天狗所为。

獭

装扮成小孩或美女来骗人

水獭属于鼬科哺乳类动物，样子如小狗，脚很短，皮毛为黑褐色，在水里捕鱼为食。在日本，只有四国地区等地栖息着少量水獭。

而“獭”这种妖怪，据说是这样的——突然拽住河岸上的行人的脚，故意吓人一跳；或是装扮成小孩或美女，说人话来骗人。据说，獭年老之后会变成河童。

有这么一个传说：栖息在石川县金泽城的护城河边的獭，穿上漂亮的和服，装扮成美女，想诱惑一个小伙子。它一路尾随，甚至还跟着来到了小伙子的住处。小伙子的同伴们发现这美女是獭装扮而成，就把小伙子藏了起来。獭没有摘下斗笠，一直在旁边等候。夜色渐深，獭摘下斗笠，变成了目露凶光的老太婆。最后，它还是找到了那个小伙子，并把他咬死了。


○獺（かはうそ）

《画图百鬼夜行·獭》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

川熊

从河水中伸出黑手的妖怪

江户时代，秋田县有一位老爷正在船上悠然钓鱼，这时一双黑手从河水中伸出来，把他的火枪抢走了。擅长游泳的家臣跳进河里，把火枪捡了回来，只见火枪上赫然有川熊留下的抓痕。

还有另一个传说。有个男人半夜乘船时，看见有个怪物从河里伸出手来攀在船舷上。他大吃一惊，挥刀砍断了那只手。怪物撇下断手逃跑了。男人仔细一看，那只断手就像猫的爪子一样。

新潟县则流传着这种说法：信浓川的洪水冲垮了堤坝，泛滥成灾，这其实是川熊搞的鬼。

海幽灵

死于海上之人的亡灵出来寻找同伴

从前，有一艘船经过千叶县大东岬的海面时，船老大让一个船员到岸上去打水。船员在草原上找到一口井。有个美女站在井边，热情地为他打水。船员拿着水回到船上，并跟船老大说起刚才打水的事情。船老大顿时惊叫起来："那里没有井呀。之前也听说，有船只失踪了。我们遇到海幽灵了！快开船逃跑吧。"他们急忙开船，离开岸边。这时，刚才那个美女跳进海里，在后面紧追过来。船老大挥动船桨不让她靠近，这才终于逃脱。

山口县的海幽灵，是指那些死于海上之人的亡灵。为了寻找同伴，海幽灵出来到处游荡。据说，人们在去海面上捡拾漂流物时，经常会遇到海幽灵。不过，如果给大海进献盐和水，或者把干净的炉灰撒进海里，海幽灵就不会出来。在长崎县，海幽灵是指那些在海面上出现的怪火。

あやかし

西国の海上に船のかゝり居る時

ながきもの船をこえて二三日も

やまざる事あり油の出る事おびたゞし

船人力をきはめて此油をくみほせば

害なししからざれば船沈む是あやかしの



《今昔百鬼拾遗·海幽灵》

鸟山石燕

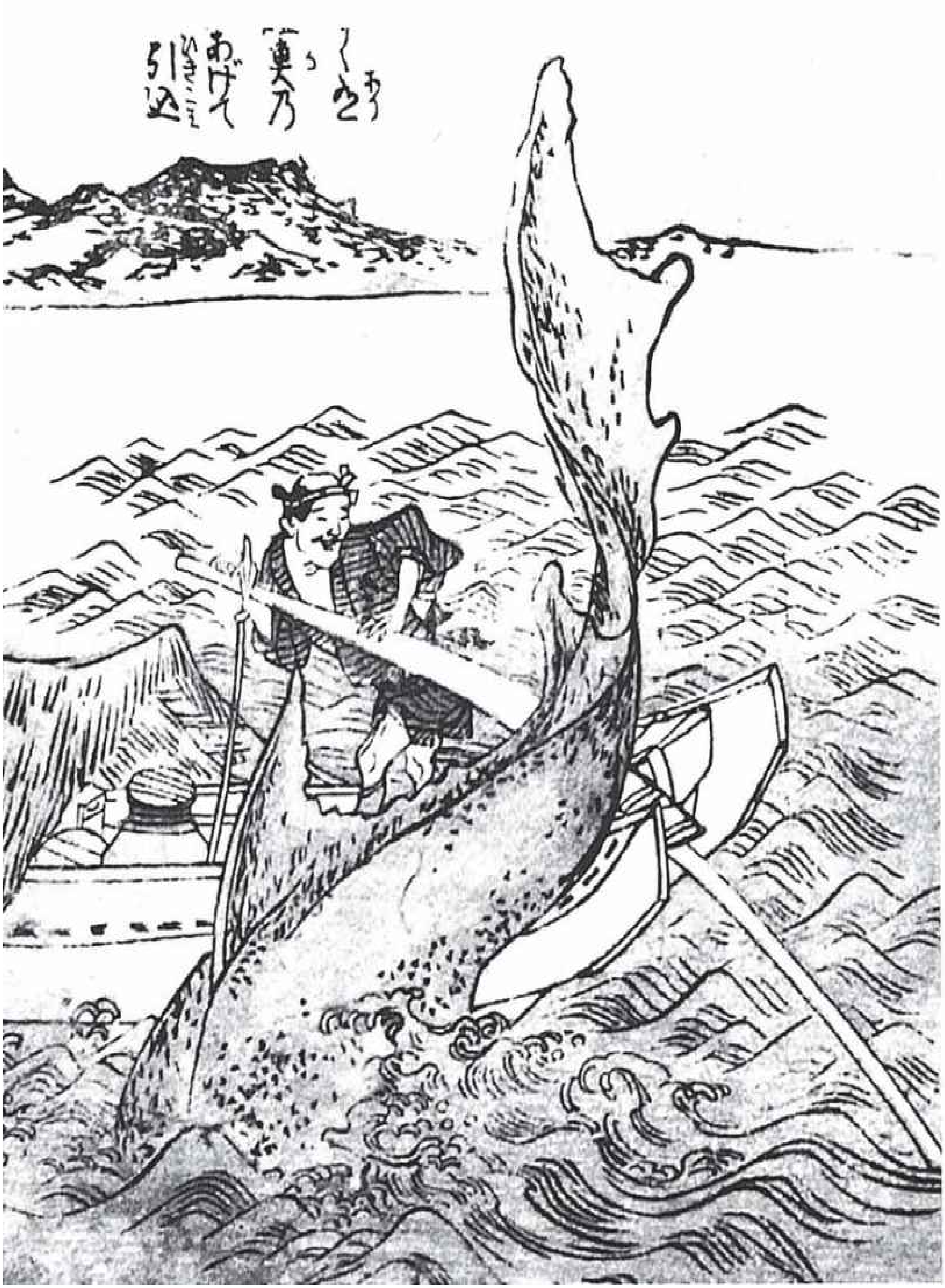
日本国立国会图书馆藏

矶抚

用尾巴上的针把人拉进海里的怪鱼

在佐贺县和长崎县的海面上，有一种名叫矶抚的妖怪，样子如鲨鱼，尾巴上长着很多铁针。

每当刮起猛烈的北风时，矶抚就会出来，用尾巴上的针钩住船上的人，将其拉进海里吃掉。


あげて
引込

《绘本百物语·矶抚》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

共潜

渔女潜入海底时，会遇到的渔女模样的妖怪

对那些潜入海里捕捞贝类或海藻的渔女来说，最恐怖的就是在海底遇到共潜这种妖怪。共潜看上去跟渔女几乎没什么两样。当渔女潜入海底时，共潜就会出现，默默地微笑着。有时会把鲍鱼递给渔女，有时则会拉住渔女的手，带她去别处。

如果渔女收下鲍鱼或跟着去别处的话，那就会很危险，因为潜入海里时间太久是会窒息的。据说，当对方把鲍鱼递过来时，渔女只要背转过身，把手伸到背后去接，就不会有危险。

遇到共潜之后的几天，渔女暂时不能下海，其他同伴也会停工休息两三天，等共潜远去之后再下海。

赤魟

像小岛一样庞大的鱼

魟这种鱼类，身体扁平，鱼鳃长在腹部。而名为赤魟的妖怪，身体长达十几千米，有时为了抖落背上堆积的泥沙，会浮到海面上来。人们看见它，还以为是小岛，划船驶近时，它却突然沉入海底。每当此时，海面上就会波涛汹涌，造成船难。

从前，千叶县有两个船夫乘坐一艘大船出海，因为遇到暴风雨而到处漂流，后来和另外二十一个人登上了一座小岛。那是一座无人岛，没有房屋，岩石上长着很多从来没有见过的草和树木，树枝上挂着海藻。他们走了很久，看到的都是一样的景色，而且岛上只有海水，不能饮用。

无奈之下，大家只得回到船上。船刚开动时，那座小岛突然沉入了海里。这时他们才知道，刚才踩到的地面，原来就是传说中的“赤魟”。



《绘本百物语·赤鲟》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

三
村里的妖怪



在人们劳动和生活的村庄和城镇里，也有妖怪出没。白天在行人往来众多的道路上，有时也会出现妖怪，把人吓一跳。尤其是交叉路口，被认为是神灵鬼怪集聚之处。“狐狸”和“狸子”就经常出没于这些地方，乔装打扮成其他形象来诓骗路人。另外，脸上没有眼睛、鼻子、嘴巴的妖怪“野篦坊”，以及身体会越变越大的妖怪“见越入道”，也会等候在路边，伺机跳出来。

妖怪会在什么样的地方出没呢？

岩井宏实

妖怪并不是随随便便在哪里都会出现的，各种妖怪都有各自固定的出没场所——大致可以分为山、海、河、道路（村子）、宅院。山里的妖怪有鬼、天狗、山姥、山爷等，海边的妖怪有海坊主、舟幽灵、濡女等，河里的妖怪有河童及其同类，道路上的妖怪有狐狸、狢、见越入道等，宅院里的妖怪有座敷童子、化猫等。

以上这些场所，都是日本人在长期生活中从精神上感到特别的空间。在日本人的想象中，有两个世：一个是自己所在的现实世界，即“现世”；另一个是神仙所在的世界，即“他界”。而“他界”又可以分为“天空他界”“山中他界”“海上他界”。在“他界”和“现世”的交界处，既有神圣的灵（神），也有没落的灵（妖怪）。

因此，山里的妖怪的出没之处，并不是人迹罕至的深山里，而是深山与山村之间的交界地带——距离人们日常生活空间不太远的地方。这个场所，就是山神统治的领域和人类居住的山村的交界处。对人们来说，这个交界处的对面属于超自然空间，因此人们往往对其抱有畏惧之情。

海，也与此类似。深不见底的大海洋，被认为是海神和龙神统治的世界。海底世界和人类世界的交界处是海面，大海和村庄的交界处是海滩。这些场所，既是人们受惠于大海丰富资源的地方，也是各种妖怪聚集的地方。

住在村庄或城镇的人们，则认为交叉路口与河流就是“现世”和“他界”的交界处。说到交叉路口，有的是T字形的三岔路口，有的则是十字路口。人们就在这些重要场所迎送、祭拜神灵，或送别死去的人。河流也是划分生活空间的重要边界——河流这边是人们自己居住的地方，而河流对面则属于“他界”。至于横跨两个世界的河上的桥，佛教认为可以联结“净土”（佛的世界）和“现世”，也是两个世界的分界线。



《俵藤太秀乡绘卷》

日本国立国会图书馆藏

宅院里有很多妖怪出没。那些平时没人住或没人出入的房间，被认为是非日常空间，有妖怪栖息在这里。另外，相对于白天的世界而言，夜晚的世界也属于非日常空间，所以妖怪通常会在夜晚出来。直到今天，人们要建造新房子的时候，在正式开工前，还会举行地镇祭（奠基仪式），以祈求平安顺利——这原本是为了镇住这块土地上的精灵。因为人们意识到，在这块土地上建造新房子，就会有新的精灵出现。

狐狸

稻荷神的使者也会骗人

稻荷神的使者

自古以来，世界各地的人们就认为狐狸是一种狡猾的动物，有很多关于狐狸骗人的故事流传下来。

但在日本，狐狸却一直被认为是稻荷神（掌管食物和农业的神）的使者。狐狸下山觅食，刚好是在稻米成熟的时节。所以，古时候的人们认为，田神为了告诉人们稻米成熟了，所以才特意派出狐狸这个神圣使者来到村子里。

因此，人们在全国各地建造神社祭拜的神之中，排第一位的就是“稻荷大明神”，地位非常高。在江户时代，人们对于稻荷神的信仰尤为虔诚，还亲切地称其为“稻荷先生”。据说，狐狸很喜欢吃油炸食物，所以人们把用油炸豆腐皮包的寿司叫作“稻荷寿司”，把放入油炸豆腐的汤面叫作“狐狸乌冬面”。

骗人的狐狸

另一方面，狐狸自古以来就被认为是经常骗人的形象。在日语中，用“被狐狸迷住”这个惯用语来表示“莫名其妙、一片茫然”——其实就是被狐狸欺骗时的状态。


きつねの挑燈の

《绘本百物语·野狐》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

据说狐狸会偷吃灯笼里的蜡烛

编纂于平安时代的《日本灵异记》里，就收录了关于狐狸骗人的故事。一个住在现在的岐阜县一带的男人想找个媳妇。有一天，他在野地里遇见一个美女。两人相爱，结婚，生子。可后来有一天，狗吠叫着朝他妻子扑过去，撕咬她。她仓皇逃跑时，终于显露出了狐狸的原形。

像这样，人们用“露出尾巴”这个惯用语来表示“隐藏的事情败露或原形暴露”的意思。

另外，在江户时代的故事集里还记载着这样一个故事。有个人在现在的群马县一带旅行时，遇到一个和尚在口中喃喃地专心念佛，头上和手上却缠绕着一圈圈藤蔓。他觉得奇怪，就朝那和尚喊了一声。那和尚这才回过神来，告诉他：

“昨天晚上，狐狸想来偷团子吃，我就用拐杖把它赶跑了。后来，我在山路上行走时，有一队大名出行的队列从对面走来。他们用绳子捆住我的手脚，想要砍掉我的头。我连连道歉求饶，可是他们却不肯放过我。我心想这下可没命了，索性就专心地念起经来……”

那大名队列其实是狐狸变出来报复他的，而捆住他手脚的“绳子”，其实是一圈圈藤蔓。



《百怪图卷·野狐》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏

据说野狐经常乔装成美女



《北越奇谈·青山狐》

葛饰北斋

早稻田大学图书馆藏

狐狸背着地藏菩萨石像，乔装成女人，以此诓骗男人。栖息在新潟市青山的狐狸的故事

乔装成女人的狐狸

在东京被称为“江户”时的某一天，有个人送完信便往回走，那时天色渐晚，还下起了大雨。他撑起伞继续走，然后发现前面有个女人，浑身湿漉漉的，令人心生怜悯。于是，他说：“你进伞里来一起遮雨吧。”对方回过头来，竟然是一张妖怪的脸，嘴巴咧开到耳边！他吓得顿时晕倒过去。据说，这附近栖息着狐狸，一到夜晚就出来骗人。

狐狸经常像这样乔装成女人。仔细看，它身上穿的和服的花纹，即使在黑夜中，也清晰可见。另外，还有这个说法：人们之所以会被狐狸欺骗，是因为被它看清了自己有多少根眉毛。所以，只要往自己的眉毛上涂唾沫，就不会受骗上当。

还有这样一个故事。妻子生病了，长期在娘家养病，留下丈夫一个人生活。有一天，丈夫去河边钓鱼，发现一只从上游冲下来的白色狐狸，就把它救起来。几天后，有个女人找上门来，说愿意帮忙做家务。丈夫就收留她，两个人一起住了。

不久，两人生下了一个小孩。有一天，小孩对父亲说：“妈妈正用尾巴在院子里扫地呢。”他这才知道，原来这个女人是狐狸变的，于是想把她赶走。狐狸唱起歌谣：“你如果想我了，就请来信田森林看我吧……”然后就回山里去了。从那之后，他们家的稻田年年丰收。江户时代的净琉璃[1]《信田妻》《葛之叶》，讲述的就是这个故事。


源氏雲浮世画合
帚木
千本の忠信ハ男狐を
よく遣ひ信田社の葛の葉ハ
花笠翁賛
葛の葉狐
國芳画
版元
伊勢市

《源氏云浮世画合之二·帚木·葛之叶狐·童子》

歌川国芳

东京都立中央图书馆特别文库室藏

《葛之叶》又被称为《信田妻》，这个传说经常成为文乐或歌舞伎等传统戏剧的题材


江戸名所道戯盡 十六
王子狐火
廣景画

《江户名所道戏尽之十六·王子狐火》

歌川广重

日本国立国会图书馆藏


白蔵主
白蔵主の事ハ狂言にも作りて

《绘本百物语·白藏主》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

狐狸装扮成寺院的白藏主法师，劝诫其侄子不可杀生

附体的狐狸与帮助人的狐狸

据说，狐狸不仅能乔装成人，还能附体。其中最为有名的，是以下这个故事。安土桃山时代的天正三年（1575年），在织田信长和德川家康的联军击败武田胜赖的长篠合战中，火枪的子弹射瞎了一只狐狸的左眼。祸不单行，这只狐狸后来在睡午觉时，又被猎人开枪射中左脚，走起路来一瘸一拐的。

在长篠城遗址（今爱知县东部），人们曾经祭拜过这只狐狸，但后来渐渐无人问津了。于是，这只狐狸就开始附体。

狐狸附体在人身上，借人之口开始讲述长篠合战，然后又讲自己的生平经历。而被狐狸附体的这个人，会出现“左眼流眼屎”和“左脚疼痛”的症状。

其实，狐狸不仅会骗人和附体，有时还会帮助人。

从前，在现在的静冈县一带有一只名为阿竹的老狐狸。村里人举行葬礼或婚礼需要大宴宾客时，如果碗或餐盘不够用，只要进山向阿竹狐求助“请在哪一天借给我多少套餐具”，餐具就会在宴会当天全部备齐。据说，这是阿竹狐帮忙准备的。



《白藏主图》

大原吞舟

福冈市博物馆藏

还有这样的传说：住在现在的岩手县一带的白狐，和孩子们相处得很好。这只白狐不仅教孩子们如何像狐狸一样轻快敏捷地跳跃，甚至还教他们读书学习。另外，白狐还拿出自己从大人那里骗钱买来的脆饼，说要跟孩子们的便当交换。

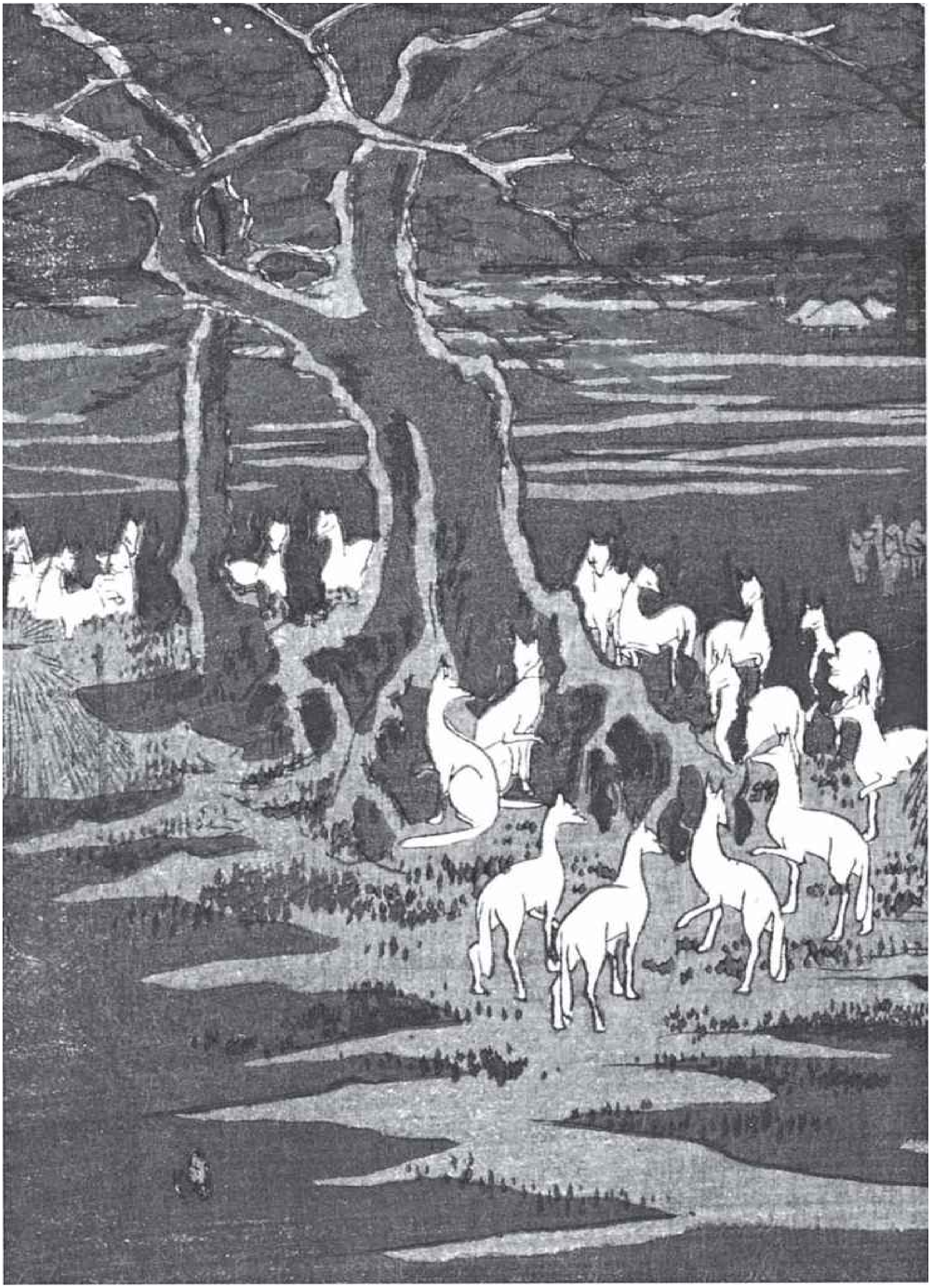

諏訪
八重垣姫

《木曾街道六十九次之内·下诹访·八重垣姬》

歌川国芳

东京都立中央图书馆特别文库室藏

为救未婚夫武田胜赖的性命，八重垣姬借助白狐之力渡过结冰的诹访湖



《名所江户百景·王子装束朴树·除夕之狐火》

歌川广重

日本国立国会图书馆藏

除夕之夜，关东地区的狐狸聚集到王子稻荷神社，因此可以看到许多狐火

注释：

[1]净琉璃：日本一种传统的民间艺术，在三味线（三弦琴）的伴奏下说唱。

狸子

素有“狸八变”之称的乔装能手

善于八变的狸子

狸子与狐狸，并称最会乔装骗人的动物。正如谚语“狐七变，狸八变”[1]所示，狸子比狐狸更加变化多端。不过，狸子变身感觉有些滑稽，不太可怕。

狸子有时会变成建筑物或工具。从前，有个人从京都的寺院前走过，发现这里比平时多了一道山门，觉得很奇怪。这时，一个飞脚（古代的信使）牵着一匹马经过这里。那匹马嘶叫了几声，那道山门便突然消失不见了。原来，那道山门是狸子变成的。狸子最讨厌马，一听到马的嘶叫声就连忙逃走了。

在关于狸子变成工具的各种传说中，“文福茶釜”的故事尤为有名。在群马县馆林市，有一位以砍柴为生的贫困的老爷爷，他救了一只被孩子们欺负的狸子，后来狸子前来报恩。

一开始，狸子变身为茶釜[2]，老爷爷把茶釜卖给了茂林寺的和尚。在寺院里，小和尚经常用砂子擦茶釜，狸子疼痛难忍，于是逃回了老爷爷家里。后来，狸子又变成女人、马，帮助老爷爷过上了富裕的生活。

狸子报恩

冈山县也流传着关于狸子报恩的故事。在一位武士家里，妻子去上厕所，发现有一只毛茸茸的手从茅坑下面伸出来摸她的屁股。他们

觉得很可怕，就搬到其他地方去住，但还是一样。最后，丈夫用刀砍断了那只手。妖怪逃跑了，现场留下一只狸子的手。

后来，丈夫晚上梦见狸子向他哀求："请把手还给我吧。为表感谢，我会把秘方药的制作方法告诉你。"于是，丈夫把手还给了狸子，狸子把秘方药的制作方法告诉了他，然后消失不见了。后来，这家人把秘方药取名为"狸传膏"，并拿去卖。



《绘本百物语·豆狸》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

豆狸把阴囊变大并披在头上，冒雨出去买食物


林寺の文福茶釜

《新形三十六怪撰·茂林寺的文福茶釜》

月冈芳年

静冈县立中央图书馆藏

阿波的狸子合战

阿波地区（今德岛县）流传着很多关于狸子妖怪的故事。当地有一座坊主桥，桥边草丛里栖息着很多坊主狸，它们会把晚上路过此地的行人的头发剃光。除此之外，还有各种在深夜妨碍过路行人的狸子妖怪：变成一扇大屏风挡在路中间的屏风狸，吊起很多张蚊帐不让行人通过的吊蚊帐狸，使沙子从天而降、让行人分不清方向的特异狸子……

其中，最有名的是“狸子合战”的故事。吉野川两岸各住着一只狸子头目，一只叫赤岩将监，另一只叫镇十郎。它们各自率领附近的狸子，不断扩充势力。后来，双方终于爆发了战争。镇十郎兵败后，向赞岐（今香川县）屋岛的秃狸请求援军。秃狸觉得这是向阿波地区扩大势力的绝好机会，便派出大军。在战斗中，两支狸子军死伤无数，但一直分不出胜负，维持着互相对峙的局面。

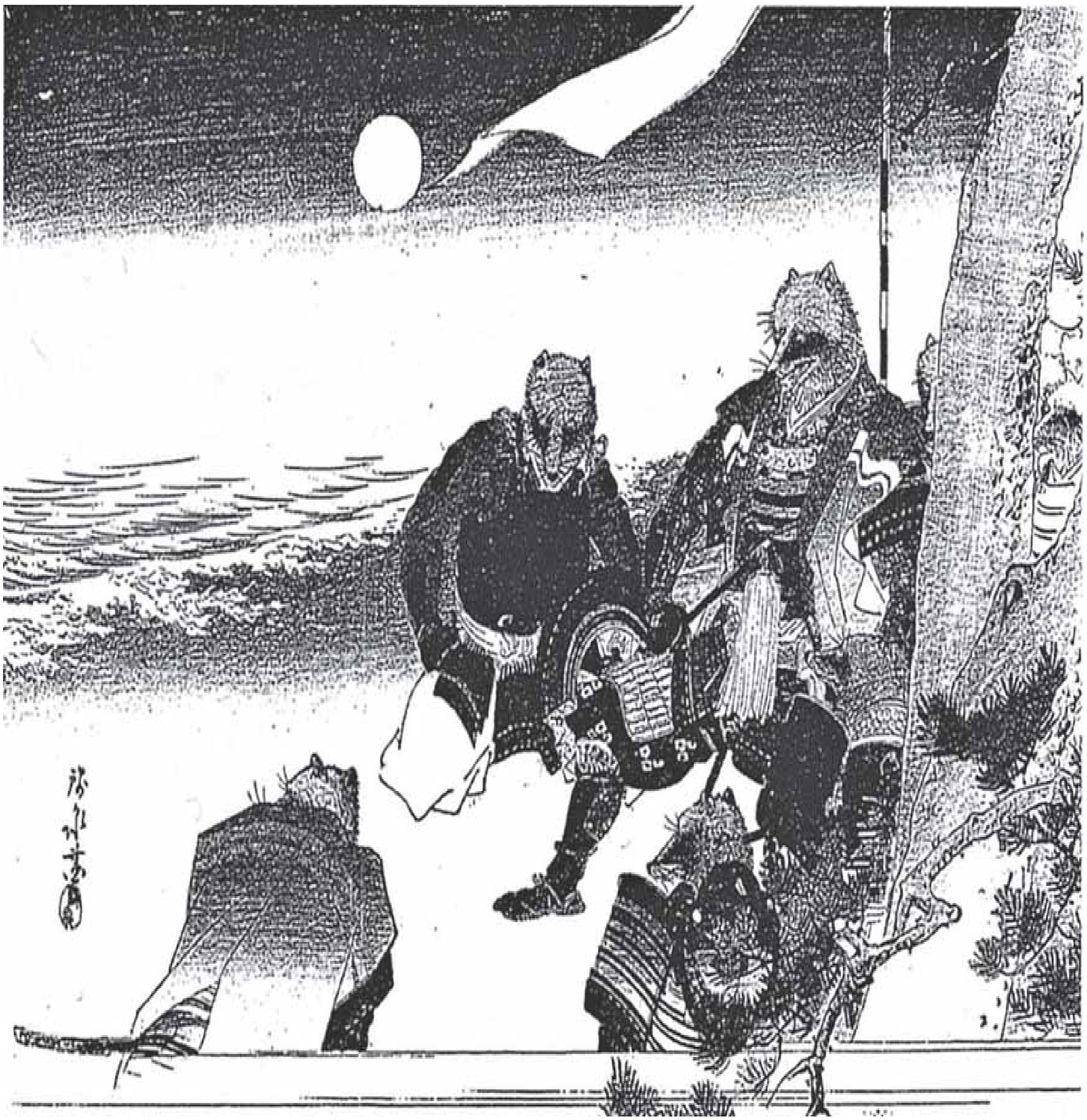
秃狸军中的狸子为了解闷，每天晚上都闹哄哄地演戏玩闹，吵得附近的村民睡不着。于是，村民就请猎人来制伏这些狸子。

猎人循声走近，只见神社里聚集了许多狸子，正在上演平氏与源氏交战的“屋岛合战”这出戏。表演非常精彩，以至猎人都看得入迷了。不过，猎人很快回过神来，对准舞台上的大狸子开了一枪。然而，狸子们没有任何反应。

于是，猎人对准最大的一盏灯开了一枪。灯光顿时熄灭，钲鼓之声也立刻停止了。第二天早上查看，发现那里变成了一个血池子。从那以后，晚上就变得很安静了。

后来才听说，那天深夜，有一队蒙面武士让船夫划船载他们过河。其中，有一顶轿子，里面坐着被枪弹击中的秃狸。

狸子合战最终也没分出胜负，就这样不了了之了。直到今天，人们还把赤岩将监这位狸子头目当作“狸神”来祭拜。



《四国奇谈·实说古狸合战》

日本国立国会图书馆藏

狸子鼓腹与狸子奏乐

狸子会发出奇怪的狸囃子。所谓“狸囃子”，就是深夜时分不知从哪里传来的钲鼓之声。据说，鼓声是狸子拍打自己的大肚子发出来的，也叫“狸子鼓腹”。

正如童谣《证城寺的狸囃子》唱的，在寺院里也能听到狸囃子。据说，在江户城里更是能经常听到。一到晚上，远处时常会传来鼓声，但不知道是从哪里传来的。九州平户藩的府邸位于本所（今东京都墨田区），据说，藩主松浦静山也曾听到过这种狸囃子。本所是狸子妖怪经常出没的地方。《本所七大怪谈》的讲谈[3]里就收录了狸子变成七种妖怪的故事。



《绘本百物语·芝右卫门狸》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

这只狸子每天来到兵库县淡路岛的芝右卫门，给人们讲故事，结果被狗咬死了


武田勝千代

《新形三十六怪撰·武田胜千代月夜击杀老狸之图》

月冈芳年

静冈县立中央图书馆藏



《楠多门丸降伏古狸之图》

月冈芳年

早稻田大学图书馆藏

楠多门丸即楠木正成之子——楠木正行



注释：

[1]这个谚语表示“强中更有强中手”。

[2]茶釜：煮水的锅。

[3]讲谈：类似于中国的评书、评话。

土蜘蛛

经常隐藏在黑暗中，吐丝捕捉猎物

蜘蛛妖怪

蜘蛛的样子很可怕，属于肉食性动物，通过吐丝结网捕捉虫子。这样的形象，让人们感到厌恶、畏惧。日本流传着这种说法：“早晨的蜘蛛是福，夜晚的蜘蛛哪怕貌似父母也要除掉。”可见，夜晚出来的蜘蛛被认为是害人之物。

从前，长野县住着一对贫穷的母子。儿子生病发高烧，表情痛苦地说着胡话：“蜘蛛来了，蜘蛛来了……”母亲守候在旁，准备等蜘蛛出来就踩死它。然而，生病的儿子能看见蜘蛛，母亲却看不见。

有一天，母亲终于发现了躲藏在儿子床铺底下的蜘蛛，正要捉住它，结果反而被蜘蛛丝缠绕住了。母亲大声求救，邻居们及时赶来，用斧头和砍刀斩断蜘蛛丝，把蜘蛛赶走。之后，儿子的病也逐渐好转。

还有这样一个故事。一个修行僧，在京都的一座叫大善院的寺院里留宿，深夜时，突然听到巨响，佛堂像发生地震似的剧烈摇晃，有一只大手从阁楼上伸下来摸他的脸。他挥刀砍去，只见那只大手变成身长近一米的大蜘蛛。

像这样，蜘蛛经常隐藏在黑暗中，加害于人。蜘蛛，被认为是心怀怨恨而出来作祟的恶灵，据说很害怕刀、斧等利器。

源赖光制伏土蜘蛛

制伏大江山的酒吞童子的源赖光，患了类似疟疾（热带性传染病）的热病，无论请来什么名医都治不好，苦不堪言。

一天晚上，照料源赖光的家臣四天王都已入睡。这时，一个身高两米以上的和尚，从微亮的灯光阴影处走出来，想用绳子捆住源赖光。源赖光被惊醒，挥刀砍去，和尚仓皇逃往山里。四天王及时赶到，沿着一路上滴落的血迹寻找，最后在泥土里发现一只身长一米多的土蜘蛛，遂将其制伏。然后，源赖光的病很快痊愈了。

描写平家一族历史的《平家物语》就记载了这个传说。而且，以土蜘蛛为题材的谣曲、三弦曲、歌舞伎直到今天仍然在上演。

室町时代的《土蜘蛛草纸》，是以源赖光制伏土蜘蛛的故事为题材的画卷，不过具体情节略有不同。


土蜘蛛(つちぐも)
源頼光土蜘蛛(くも)を退治(たいぢ)し給ひし事
児女(ぢよ)のしる所也

《今昔画图续百鬼·土蜘蛛》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏



《源赖光公馆土蜘蛛妖怪之图》

桥本贞秀

大阪城天守阁藏

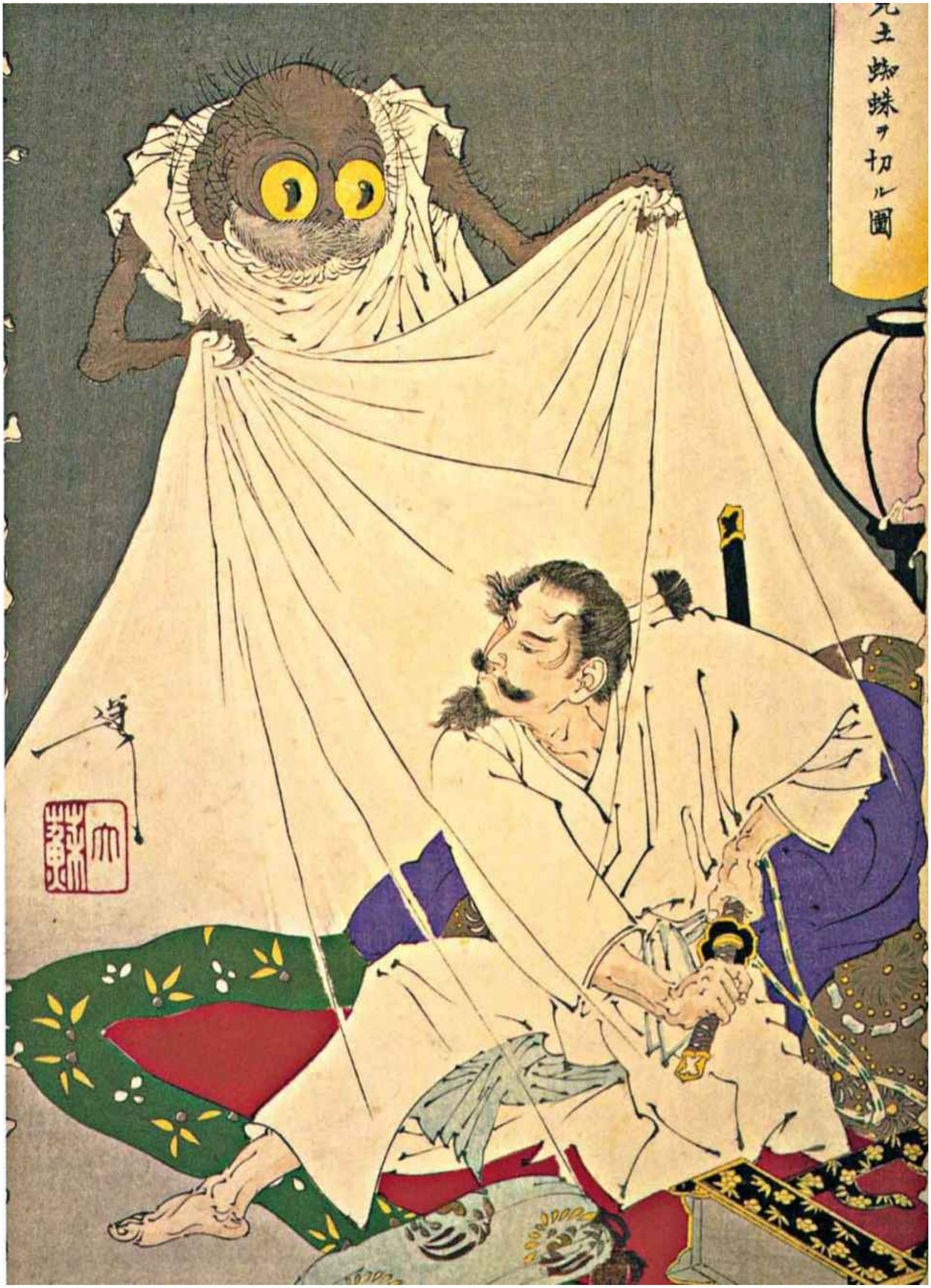
源赖光与四天王受尽土蜘蛛及其召集的妖怪之折磨



《芳年漫画·天延四年秋妖怪土蜘蛛骚扰源赖光寝室，酒田公时等宿直欲拂其妖图》

月冈芳年

日本国立国会图书馆藏


土蜘蛛ヲ切ル圖

《新形三十六怪撰·源赖光砍土蜘蛛之图》

月冈芳年

东京都立中央图书馆特别文库室藏



《玄海泷右卫门·鹫津六郎·鹫津七郎·舟越实为若叶姬》

歌川国芳

日本国立国会图书馆藏

源赖光与家臣渡边纲一起来到京都北部，看见一个骷髅头从天空中飞过。两人紧追不舍，来到一间旧屋。各种各样的妖怪跳出来，两人折腾了一整夜。天快亮时，一个美女出现了，朝源赖光扔去白云。源赖光挥刀砍去，那美女流出白色的血，随即仓皇逃跑。源赖光又紧追出去，最后来到一个洞窟前，把躲在里面的怪物拉出来砍死。原来是一只巨大的土蜘蛛。

化身为女人的女郎蜘蛛

有一种蜘蛛名为“女郎蜘蛛”，腹部的黑黄色花纹看起来很神秘，雌性的体格比雄性大，经常变成女妖怪现身。

江户时代的故事集《宿直草》，记载了以下这个故事。

某日，一个二十多岁的女人抱着小孩来到一个青年武士面前，说：“这是你的孩子。”武士立刻意识到这个女人是妖怪，便拔刀砍去。女人仓皇逃跑，躲到了阁楼上。第二天一早，武士爬上阁楼，看见很多具人的尸体，其中还有一具长约五十厘米的女郎蜘蛛的尸体。那些尸体全都是被女郎蜘蛛咬死的。



《佐藤正清降伏怪物之图》

歌川芳虎

兵库县立历史博物馆藏

佐藤正清，即丰臣秀吉的家臣——加藤清正。据说，攻打四国时，他曾在山中降伏土蜘蛛等妖怪。

产女·柳女

求人帮忙抱小孩的母亲形象的妖怪



作为帮忙抱小孩的谢礼，把力气传给对方

所谓“产女”，是指因为难产而死的女人变成的妖怪，经常抱着婴儿现身，又名“姑获鸟”。

《今昔物语》里记载了这样一个故事。卜部季武——源赖光手下四天王之一，为了练胆去会见产女。

季武来到河边渡口，产女出现了，并央求他帮忙抱小孩。季武按捺住心中的恐惧接过小孩。产女随即又说：“把小孩还给我吧。”勇敢的季武没有把小孩还给它，而是自己抱回家去了。回到家一看，怀里抱着的却是树叶。

日本各地都有很多关于产女的传说，流传最广的故事是下面这样的。

产女出现在桥边、交叉路口、渡口等地，央求过往行人帮忙抱小孩。行人接过小孩后，小孩会变得越来越沉，没法放下，抱孩子的人也就动弹不得。这时，行人下意识地诵念起“南无阿弥陀佛”，产女便会返回来，说“多亏了你，这小孩才能回到这个世界上”这样道谢的话，随后扬长而去。

抱着小孩的行人，回过神来一看，发现自己怀里抱着的竟然是石头或是用来打稻草的木槌。据说，遇到产女时，可以脱下草鞋扔过去，并对它喊：“这是你的父母！”另外，帮它抱孩子时，戴手套也可以化解。

还有这样的故事。行人接过小孩后，发现小孩变得越来越重，但仍然坚持抱着。产女为了表示感谢，把力气传给了他。

产女之所以要把小孩交给别人，是出于母亲爱孩子的心理，即使自己死了，也要让小孩继续活在这个世界上。至于行人因为帮忙抱小孩而获得力气，则被认为是产女把生孩子时所用的无穷力气传给了他，以此表示感谢。


○姑獲鳥
うぶめ

《画图百鬼夜行·姑获鸟》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏



《百怪图卷·产女》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏



柳树精

柳树形态柔和优美，所以经常被用来比喻女人。柳树精也是女人。柳树随风摇曳的姿态很像幽灵的手势，所以，夜晚从柳树下经过，被随风摆动的枝条轻抚脸庞，人们会认为是柳树精所为，并把这种妖怪称作“柳女”“柳婆”等。

一个刮大风的日子，有个年轻女人怀抱婴儿从柳树下经过，被柳树枝条缠住脖子，窒息而死。

后来，心怀怨恨的女人化作幽灵，每晚都到柳树下，泪水涟涟地哭诉：“这可恨的柳树呀……”



咽を枝にまとひて死したりしが其の一念柳にのこりて夜な夜な
出て口をしや恨めしの柳やと泣けるとなん

《绘本百物语·柳女》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

雪女

穿着白色和服出现的雪精

在雪夜出现、脸色苍白的女人

在北国地区，人们整个冬天都被大雪困在屋里，没法出去干农活。而且，行人因暴风雪意外身亡、屋顶被积雪压垮等事故经常发生，人们深受其苦。

很多人对雪有畏惧之情，相信雪女这种妖怪会在雪夜现身。日本对雪女的称谓有很多，在青森县、岩手县、福岛县，是“雪女子”；在秋田县，是“雪婆”；在山形县、新潟县，是“雪女郎”；在长野县，是“雪阿婆”……

雪女脸色苍白，穿着白色和服，皮肤触摸起来冷冰冰的。她抱着小孩走过来，央求别人帮忙抱小孩。如果听从了她的请求帮忙抱小孩，人就会因冻僵而死。

变成年轻姑娘嫁为人妇的雪女

小泉八云的著作《怪谈》里，记载了一个从东京农民那里听来的雪女传说。

两个樵夫进山砍柴。年老的樵夫名叫茂作，年轻的樵夫名叫巳之吉。从山里回家的途中，他们遇到了暴风雪，便躲进河边渡口的小屋里，打算在这里过夜。然后，两人迷迷糊糊地睡着了。后来，巳之吉醒过来，发现有个女人弯着腰蹲在茂作旁边。这个女人非常漂亮，但眼神十分可怕。她对巳之吉说：“看在你还年轻的分儿上，我就饶了你

吧。不过，你千万不能把这件事说出去哟。”茂作死了。第二天早晨，巳之吉被人救了出去。

第二年，巳之吉和一个名叫阿雪的美丽、温柔的姑娘结婚了。他们生了十个孩子，两人过着幸福的生活。一天晚上，巳之吉看着妻子那美丽如昔的面容，不禁说道：“我曾经见过一个和你长得很像的女人……”然后，他便把暴风雪之夜的事情告诉了阿雪。

听他说完，阿雪突然目露凶光地说道：“我交代过你，千万不能把这件事说出去的。”说完，她就消失不见了。



《画图百鬼夜行·雪女》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏


雪女

《化物尽绘卷·雪女》

北斋季亲

国际日本文化研究中心藏

雪女，其实是神的化身

柳田国男在《远野物语》里记载，岩手县远野地区有这样的传说：“在小正月（一月十五日）或冬天满月的夜里，雪女会带很多小孩子来这里玩。”

对村里的孩子们来说，冬天最大的乐趣就是滑雪橇。因为滑雪橇太好玩了，他们经常一直玩到晚上。只有小正月那天例外。父母会提醒：“今天雪女会出来，所以要早点回家哟。”

古时候的人认为，在小正月这天，为当年带来丰收的年神会以异于常人的形象出现——秋田县的生剥鬼是其中之一，雪女也是其中之一。远野地区流传着这样的故事：暴风雪之夜，有个穿着白色和服的姑娘前来投宿，一户人家收留了她。第二天一早，姑娘不见了，只留下用湿布包裹着的金块。从这个故事可知，远野地区的人们确实把雪女视为来访的神。

在青森县的一部分地区，人们认为雪女会在正月三日这天来到村里，然后在当年第一个卯日回山里去。据说，雪女在村里逗留期间，一天会有三千三百棵稻苗枯萎。所以，如果当年卯日来得迟，庄稼收成就会不好。在这里，雪女被认为和山神一样，是在固定的日子来到村里，然后又回山里去。

在和歌山县，有一种被称为雪坊[1]的孩童形象的妖怪，会在雪地上留下独脚行走的足迹。在德岛县，人们把这种妖怪称为“一本足”[2]，并认为它会在每年十二月二十日现身。也许，人们将其视为类似于一目小僧的独眼独脚之神吧。

雪女、雪入道、雪坊等，原本是神，后来没落了，变成了妖怪。

一下雪就现身的雪童子

新潟县流传着关于雪童子的故事。

从前，有一对老夫妇膝下无子，为了排解孤寂之情，每天都用雪做成小孩子的模样，权当消遣。一天晚上，来了一个小男孩——酷似老夫妇做的雪人的模样。老夫妇非常疼爱这个小男孩，并悉心抚养他。可是春天到了，小男孩日渐消瘦，最后消失不见了。到了冬天，一下起雪，小男孩就又来了。从此以后，小男孩每年冬天都来。就这样，他渐渐长大了。可是后来，自某一年起，他就再也没有出现了。

这个小男孩，又被称为“雪太郎”，据说是神派来安慰老夫妇的。

一进浴盆就消失不见的冰柱女

在雪国地区，有一种肤色白皙、被称为冰柱女的妖怪。每当冬天开始结冰柱子的时候，冰柱女就会翩然而至，而一到春天又消失不见。

从前，秋田县的某个村子，一对夫妇住在一所孤零零的房子里。一个暴风雪之夜，有个肤色白皙的漂亮姑娘来访，夫妇俩留她住下。接连几天，外面一直下着暴风雪，姑娘没法回去。又一个晚上，夫妇俩烧好洗澡水，让那姑娘入浴，姑娘却一直不肯。后来她总算开始入浴，可是过了很久都不见她出来。夫妇俩心想：别洗得太久晕过去了。进去看，哪里还有那姑娘的踪影。浴盆里只漂浮着一把原来插在那姑娘头发上的梳子，水蒸气也变成了冰柱子。很显然，这位姑娘就是传说中的冰柱女。

注释：

[1]在日语中，“坊”可表示对小孩子的昵称。

[2]在日语中，“一本足”表示一只脚、独脚的意思。

大首

雨停之后，突然出现的开口大笑的脑袋

开口大笑时，露出染黑的牙齿

雨停之后，星星闪现，会突然出现一个大脑袋，这种妖怪就叫大首。大首乱甩长发，开口大笑时，会露出染黑的牙齿。

据说，平安时代，权倾一时的平清盛迁都到福原（今神户市兵库区）时，曾看见一个大约两米的大脑袋在府邸围墙上方冲他大笑。

出现在府邸的武士大首

江户时代中期出版的绘本《妖怪着到牒》，描绘了出现在府邸的武士大首。

武士们在一个荒废的府邸里守夜。深夜时分，大家都迷迷糊糊地打起盹来。突然，房门被拉开了，一个巨大的武士脑袋出现，说着“大家辛苦啦！”，把守夜的武士们吓坏了。

辘轳首·舞首

说到跟脑袋有关的妖怪，辘轳首和舞首也很有名。辘轳首是脖子渐渐伸长并能在空中飞行的妖怪。江户时代的怪谈集《古今百物语评判》里记载了这样一个故事：夜里丑时三刻，家中女主人的脖子越伸

越长，最后变成一根白色丝线，把脑袋伸到了夜空中。天亮时，才恢复原状。


大首

《今昔画图续百鬼·大首》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

另外，传说中还有一种悬浮在空中舞动的舞首。江户时代的怪谈绘本《桃山人夜话》里记载了这样一个故事：镰仓时代，三名武士在伊豆的真鹤崎争论不休，结果三个人的脑袋都被砍掉了。后来，每到半夜这三个脑袋就会出现，一边喷火一边舞动。



《妖怪着到牒·大首》

北尾政美

东京都立中央图书馆特别文库室藏

在府邸里守夜时，突然出现一个武士的大脑袋

魃·赤舌

干旱时期出现的怪物

魃一出现就会导致全国干旱

种植水稻需要灌溉大量的水，但有的年份夏季干旱无雨，结果颗粒无收。

魃，又被称为“旱母”“魃鬼”“旱神”，是一种会引起干旱的妖怪[1]。它人脸兽身，独手独脚，双眼长在头顶上，跑起来跟风一样快。这种妖怪一出现就会带来干旱，草木枯萎，池水干涸。抓住魃后，只要立刻将它扔进污浊的水里，它就会死掉。据说，这样可以防止干旱。

经常吐出红色舌头的赤舌

干旱时期，如果去偷别人田里的水，就会出现一种叫赤舌的妖怪。赤舌与河童很像，但头顶上没有碟子，而且身体是红色的，经常吐出红色的舌头。

从前某一年，青森县发生严重干旱，河流下游的村子缺水，没办法灌溉田地，就请求上游的村子分一些水，但上游的村子不肯。下游村子的村民们只得虔诚地求雨。有一天，水突然源源不断地流到了下游的村子。上游的村子本来关闭了水闸，但不知道什么时候被打开了。据说，这正是赤舌所为。

茨城县的深山里，住着名为日和坊的干旱之神。据说，雨天和阴天它都不会出来，但一到晴天就会现身。

魃(ひでりがみ)

一名を旱母(かんぼ)といふ剛山(がうざん)にすめり

その状(かたち)人面(ひとのおもて)にして獣身(けだもの)なり手足一つ



《今昔画图续百鬼·魃》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

日和坊

常州の深山にあるよし
雨天の節ハ見えず
日和すれバ形あらハると云
今婦人女子てるてる
法師とかいふものを紙にて
つくりて
晴をいのるハ
これ等
を祭れる
にや



《今昔画图续百鬼·日和坊》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏



《化物尽绘卷·赤舌》

北斋季亲

国际日本文化研究中心藏

注释：

[1]在日语中，就用“干魃”一词表示干旱的意思。

镰鼬

这种妖怪会突然给人留下被镰刀砍伤似的伤口

既不出血，也不疼痛的伤口

在路上行走，有时会突然刮起一阵旋风，然后身上出现像被镰刀砍伤似的伤口。其特别之处在于，伤口既不出血，也不疼痛。

对于这个现象，有很多不同的解释，有人认为是怪兽所为，有人认为是刮旋风时触碰到空气中的真空部分而引起的，有人认为是无处可去、四处游荡的恶灵——镰鼬所为。据说，种现象在新潟县、长野县、秋田县很普遍，但不会发生在武士和远道而来的旅客身上。

在长野县，如果用脚踩日历，镰鼬就会和旋风一起出现，砍伤人并吮吸鲜血。在新潟县的弥彦山与国上山之间的黑坂一带，如果人被绊倒，就一定会遭到镰鼬的袭击。

在岐阜县的山村里，据说有三个结伴行动的神，他们经常做这样的事：第一个神，先把人放倒；第二个神，接着用利器将人砍伤；第三个神，再给伤者敷药，然后扬长而去。

镰鼬又被称为野镰

在高知县，镰鼬又被称为“野镰”。北部山区有这样的习俗：新建坟墓时，要在坟墓上摆一把镰刀。这些镰刀之魂，有时会聚集在一起游行，如果不巧遇上它们了，就会被砍伤。据说，这是野镰所为。在南部海岸，有时会突然刮起一阵暴风，使人短暂昏迷。随后人清醒过来，会发现衣服与绑腿之间的身体部位受了伤，深可及骨，但既不出

血，也不疼痛。据说，只要把烧旧日历的黑色灰烬撒到伤口上，伤口就会很快愈合。


○
窮奇 かまいたち

《画图百鬼夜行·穷奇（镰鼬）》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

见越入道

仰望这个光头巨人，它会变得越来越大



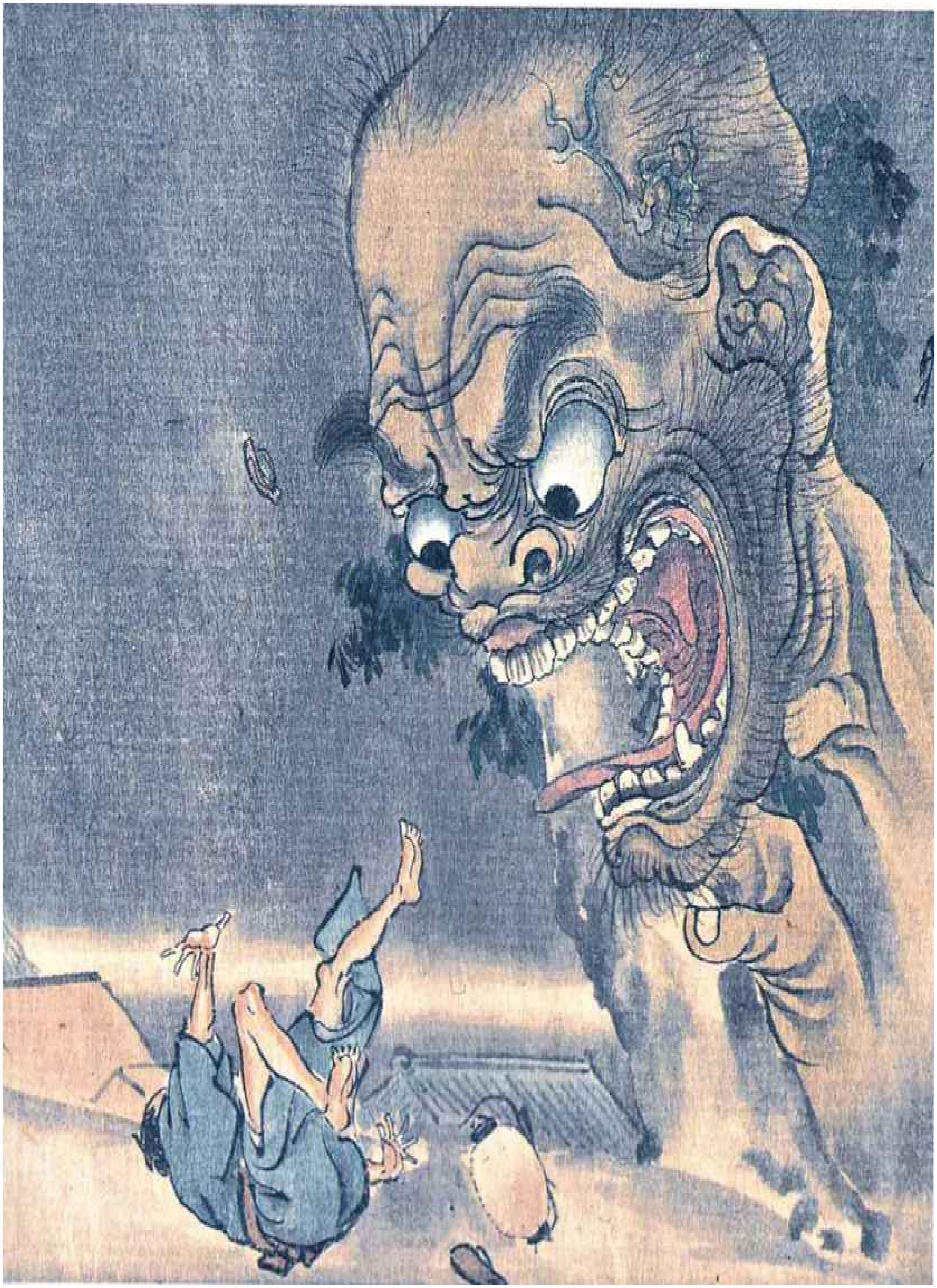
抢先对这个光头巨人说话，它就会消失

见越入道这种妖怪，虽然起初很小，但只要你看它，它就会变得越来越大。日本各地对它的称谓不一样，在爱媛县叫“伸上”，在新潟县叫“见上入道”，在爱知县叫“见越入道”或“入道坊主”，在广岛县、山口县叫“次第高”……

柳田国男在《远野物语》里记载的乘越入道，也是类似的妖怪。乘越入道像一团影子，刚出现时，是个小小的光头和尚。但当人们想仔细看时，它就会立刻变成比屋顶还要大的怪物。这时候，只要不抬头看它，而是一直朝下看，它就会逐渐变小并消失。

在爱知县，传说有这样的妖怪：起初是个不到一米高的小和尚，但渐渐会变成三米高以上的光头巨人。看见它时，要抢先说：“我看见你了哟。”这样才能幸免于难。相反，如果被妖怪抢先开口，人就必死无疑。

新潟县佐渡地区把这种妖怪称为见上入道。它迅速变大时，如果继续抬头看它，人就会仰面跌倒。所以，发现它时，要立刻说一句“我看出你是见上入道啦”，随即向前趴下。这样，妖怪就会消失。



《头尽画帖·入道》

河锅晓斋

河锅晓斋纪念美术馆藏

在长崎县的壹岐地区，人们走夜路有时会听到头上传来竹枝摇曳的声响。如果不管它，顾自走过去，就会被倒下来的竹子压死。这也是见越入道搞的鬼。这种时候，如果立刻说一句“我看出你是见越入道啦”，就能幸免于难，妖怪会自动消失。

光头巨人的本来面目是什么?

在福岛县，人们把这种妖怪称为入道坊主，认为其本来面目是鼬。另外，据说入道坊主有时会突然站到人的肩膀上。

这时候，如果仰望它，它就会变得越来越高。然后，趁人抬头看时，它会突然咬住人的咽喉。所以，不能抬头看它。据说，只要把手轻轻地举到肩膀上，抓住它的脚，然后把它狠狠地摔到地上，就能击退妖怪。

在爱媛县的北宇和地区，人们认为这种妖怪是獭变成的。据说，只要在离地三十厘米的地方蹬步行走，或是移开视线不看它，它就会消失。



《百怪图卷·见越入道》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏



《妖怪着到牒·尼入道》

北尾政美

东京都立中央图书馆特别文库室藏



《画图百鬼夜行·高女》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

高女这种妖怪也能像见越入道一样突然变高



《妖怪着到牒·见越入道》

北尾政美

东京都立中央图书馆特别文库室藏

妖怪们的首领——见越入道


○見越(みこし)

《画图百鬼夜行·见越》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏



《新形三十六怪撰·三目入道》

月冈芳年

静冈县立中央图书馆藏

片轮车·轮入道·胧车

到处奔走并故意吓人的车轮妖怪

会拐走孩子的片轮车

片轮车这种妖怪是独轮车，在火焰的包裹下向前行驶，车里坐着一个女人。收录了江户时代各地怪谈的《诸国里人谈》里，记载了以下这个故事。

滋贺县的某个村子，每天晚上都有车子经过，发出咕噜咕噜的声响。据说，遇到这辆车子的人会晕倒。所以，一到晚上，每个人都躲在家里，不敢朝外面看。可是，偏偏有一个好事的女人，有天晚上听到车声渐近时，透过门缝向外面张望，只见一辆被火焰包裹的独轮车行驶过来，车上坐着一个美女。车子走后，女人回到房间，发现刚才还在睡觉的孩子不见了。她悲痛欲绝地在纸上写了一首短歌："我儿无辜我有罪，但愿小车，莫藏小儿。"然后，将其贴到门外。第二天晚上，那辆独轮车又来了。车中女人说道："你真是个善良的母亲啊。既然如此，那我就把孩子还给你吧。"说完，她就把孩子扔进了屋里。长野县也流传着类似的故事。



《百鬼夜行绘卷·胧车》

京都市立艺术大学艺术资料馆藏

轮入道和胧车

火焰包裹的独轮车的车轴上，有一个满脸胡子的大脑袋，这就是“轮入道”。车子在街道上到处跑，看见它的人会被夺去灵魂。

所谓“胧车”，是指在朦胧月色中经过京都贺茂大街的牛车妖怪：夜晚，嘎吱作响行驶的车子上浮现出一张表情狰狞的巨大的人脸。

这个妖怪很可能是源自平安时代《源氏物语》里描写的情节：六条妃子在观看祭祀活动时，与葵上争夺车位，落了下风，其怨恨之情

积聚渐深，结果变成了妖怪。

輪入道

車の轂に大なる入の面つきたるが
かた輪にてをのれとめぐりありくこれをみる者魂を奪
此所勝母の里と紙にかきて出入の
戸におせばあへてちかづくことなしとぞ



《今昔画图续百鬼·轮入道》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏



朧車

むかし賀茂の大路をおぼろ夜に車のきしる音しけり出てみれば異形のもの也し車争の遺恨にや

《今昔百鬼拾遗·胧车》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏



《妖怪着到牒·车巡》

北尾政美

东京都立中央图书馆特别文库室藏

女人脑袋变成车轮，口中吐出火焰


片輪車

《今昔画图续百鬼·片轮车》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

涂壁·野衾

在夜晚阻挡行人去路的大墙壁



阻挡去路的大墙壁

据说，在福冈县北部的海湾地区，有时人在夜间行走前方会突然出现一堵墙壁，阻挡住去路。这种妖怪叫作涂壁，十分可怕。不过，只要用棍棒横扫其下方，墙壁就会消失。

在长崎县的壹岐地区，也有类似的妖怪，叫作“涂坊”。

在高知县，有一种名为野衾的妖怪，会像门或隔扇一样挡住人的去路，而且没有尽头，无论人们用刀砍，还是朝它开枪，它都不会消失。如果在路上遇到这种妖怪，不必慌张，只要坐下来抽一根烟，妖怪很快就会消失不见。

野衾

野衾ハ鼯の事なり
形蝙蝠に似て
毛生ひて翅も
肉あり四の足
あれども短く
爪長くして木の実を
喰ひ又ハ火燄をも
くらふ



《今昔画图续百鬼·野衾》

鸟山石燕

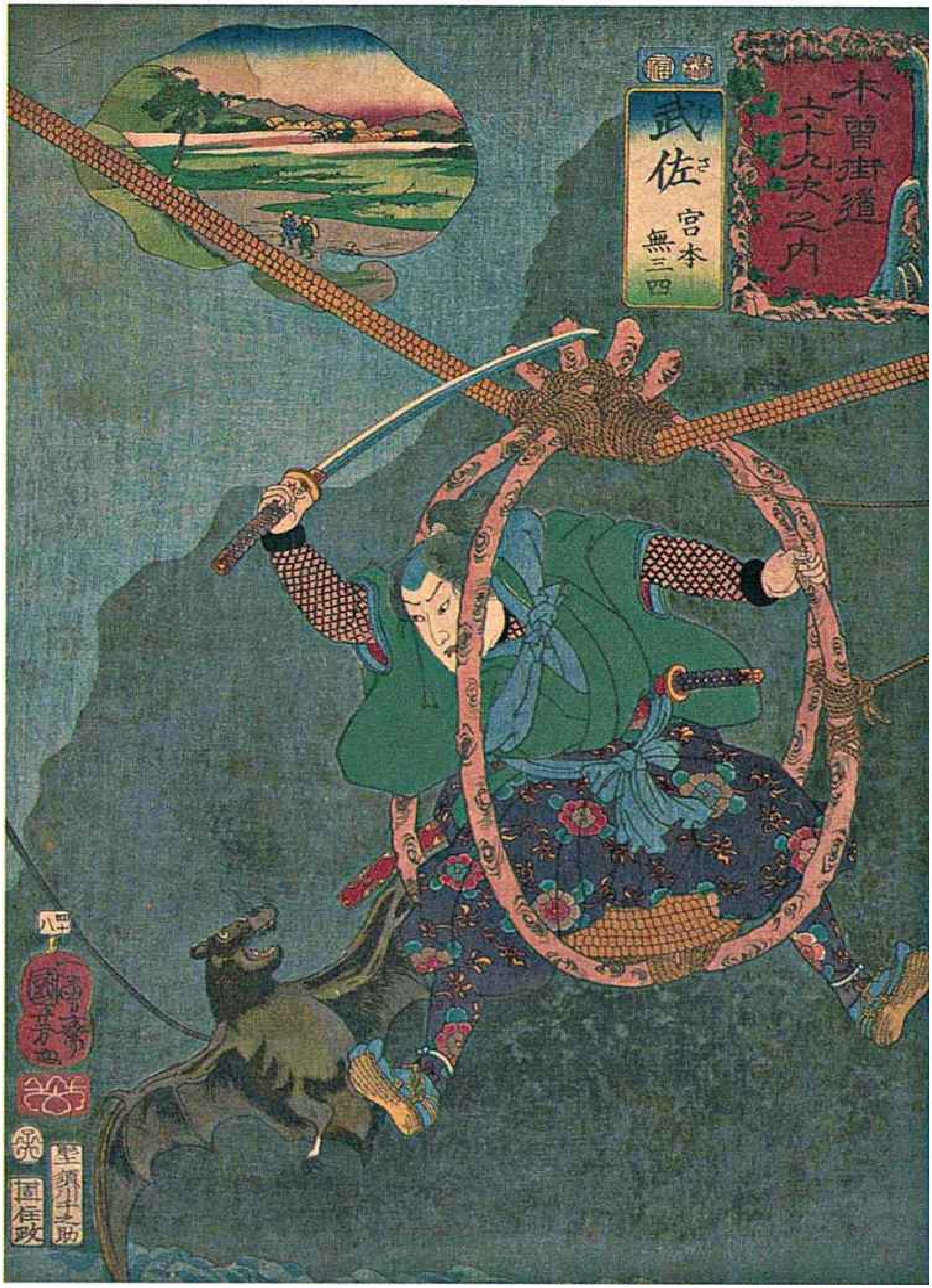
日本东北大学附属图书馆藏



《绘本百物语·野铁炮》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏


木曾街道
六十九次之内
武佐
宮本
無三四

《木曾街道六十九次之内·四十八·武佐·宫本无三四·野衾》

歌川国芳

东京都立中央图书馆特别文库室藏

飞过来蒙住人脸的妖怪

半夜里，一大张像包袱布的东西飞过来，蒙住人的头部，无论用什么利器都无法割断。这也是一种妖怪，新潟县佐渡地区的人把它叫作衾。不过，据说染黑的牙齿能咬断它，轻轻松松将其击退。因此，在佐渡地区，为了提防衾这种妖怪，男人有染黑牙齿的风俗。

在东京都，叫野衾的是另一种妖怪，外形像鼯鼠或蝙蝠，经常飞过来蒙住人的眼睛和嘴巴。

蒙住人眼睛、嘴巴的野铁炮

还有一种妖怪叫作野铁炮。据说，这种妖怪会朝路上行人的脸吹气。人被吹气之后，眼睛和嘴巴就会被遮挡住，无法行走。

另一种说法是这样的：栖息在北国深山里的怪兽，一看见人，就会吐出形似蝙蝠的怪物，遮挡人的眼睛和嘴巴，使其无法呼吸，然后把人捉来吃掉。



《化物尽绘卷·野衾》

尽绘卷·野衾》

国际日本文化研究中心藏

野篦坊

脸上没有眼睛、鼻子、嘴巴，经常出来恐吓人

突然出现，没有眼睛、鼻子、嘴巴的妖怪

野篦坊这种妖怪，脸上没有眼睛、鼻子、嘴巴。

从前，在青森县弘前地区，有个名叫与兵卫的男人。有一天，他去邻村朋友家里喝酒，晚上回家，一路上都快活地唱着歌。突然，他听到对面有人一边唱歌一边走过来，那歌声比自己的更响亮。于是，他问了一句："你是谁？"紧接着，对方也回了一句："你是谁？"然后，突然出现在他眼前。

一看那张脸，才知道是野篦坊！与兵卫吓坏了，一溜烟跑回了朋友家里。他说："我刚才碰到野篦坊了。"朋友说："很可怕吧，那张脸是不是这样的？"说着，就把脸凑上来。与兵卫一看，竟然就是刚才的野篦坊！他"啊"地惊叫一声，然后就一命呜呼了。

脸上只有嘴巴的齿黑女

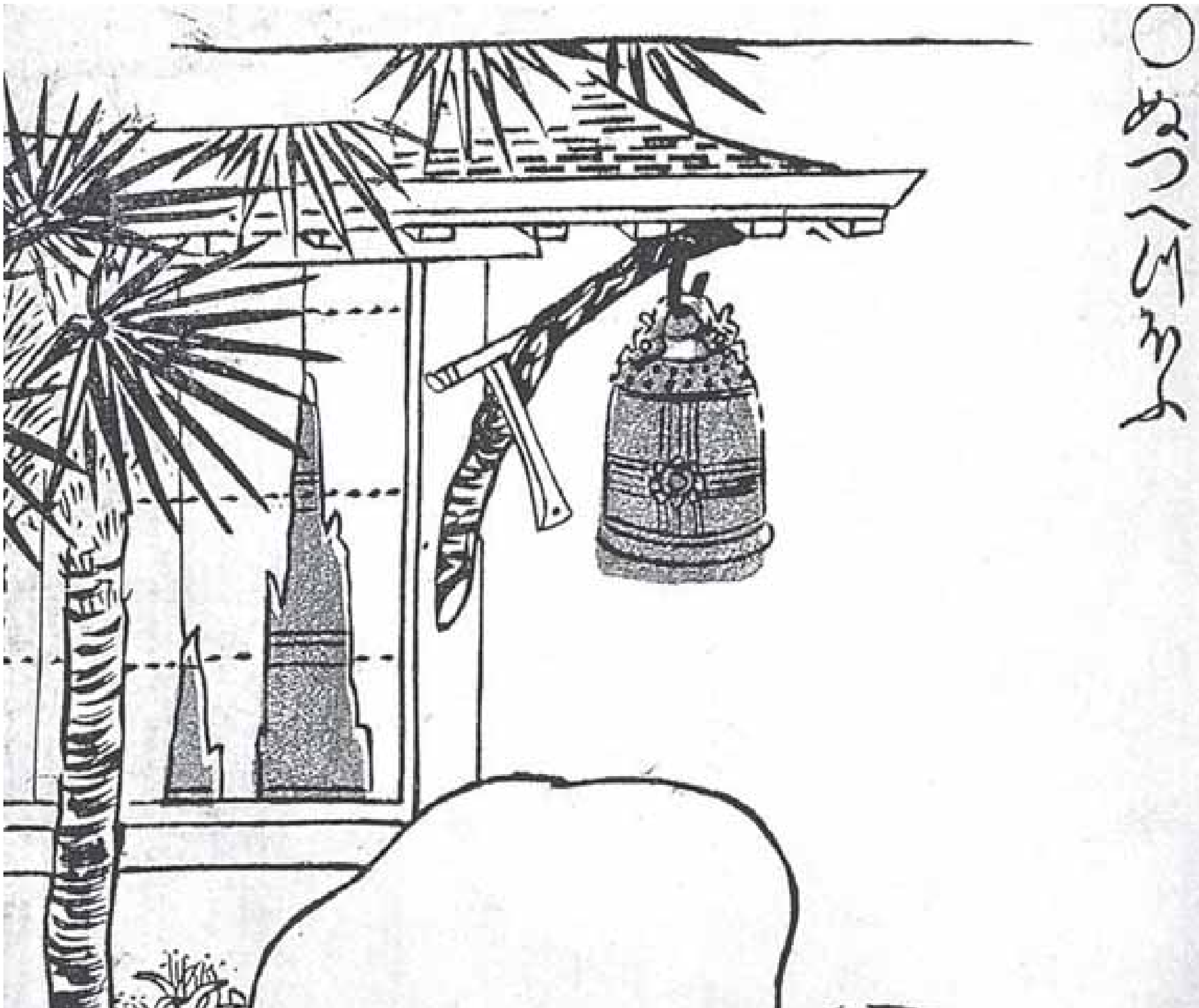
有一种女野篦坊，脸上只有嘴巴。傍晚，暮色渐沉，这种妖怪就会穿上美丽的和服或新娘礼服现身，用袖子遮住脸。有人向她打招呼时，她就回过头，露出脸——脸上没有眼睛、鼻子，只有一张嘴巴，龇牙咧嘴地笑着。而且，牙齿是染黑的。


歯黒べつたり

《绘本百物语·齿黑女》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏


〇ぬつへつほふ

《画图百鬼夜行·野篦坊》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

染黑牙齿是古代日本已婚女人要遵循的风俗习惯。然而，一张白皙的脸，没有眼睛、鼻子，只有两排黑色的牙齿，还狞笑着，这实在是太可怕了。人看到这张脸，顿时会被吓得晕倒过去。这种妖怪也被称为“齿黑女”。



《百怪图卷·野篦坊》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏

立缲返

从山路上滚下来，没有眼睛、鼻子和四肢的奇妙胴体

没有眼睛、鼻子和四肢，会捕食人

夜晚人在路上行走，有时会突然遇到“咔嗒咔嗒”滚过来的横槌状的妖怪。横槌，是一种带柄的圆筒状木槌，人们可以用圆筒侧面来打稻草。这种工具在新潟县被称为“立缲”，在冈山县被称为“转槌”。横槌状的妖怪滚过来，会将人撞倒，所以这种妖怪被称为立缲返、土转等。

立缲返不能突然改变方向，所以，看见它滚过来，可以先站着不动，等到它快撞上来时再闪身躲开。

有一种叫野槌的妖怪，与此类似。平安时代的古书中记载，野槌只栖息于深山里，形体硕大，没有眼睛、鼻子和四肢，只有嘴巴，会捕食人。

山野之神——野槌

如上所述，人们将立缲返和野槌视为妖怪，但是，也有人认为它们可能就是槌子蛇。槌子蛇是一种人们想象中的蛇，现在还时常有人说发现了槌子蛇，从而引起骚动。不过，一般观点认为，野槌只是单纯表示山野之灵（山野之神），正如蛟龙是水中之灵一样。[1]


野槌（のづち）
槌（つち）ハ草木（さうもく）の霊（れい）をいふ
沙石集

《今昔画图续百鬼·野槌》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

注释：

[1]在日语中，“野槌”与“野之灵”同音，“蛟”与“水之灵”同音。

钓瓶落

突然从树上降落下来的妖怪

吃饱了就暂时不出来

人们从大树下经过，有时钓瓶落这种妖怪会突然从树上降落下来。从前，人们会用拨钓瓶[1]这种装置来打井水——在柱子上架一根横木，横木一端挂上吊桶，另一端绑一块石头，这样就可以利用石头的重量打水。钓瓶落这种妖怪，很像突然从上面降落下来的钓瓶（吊桶），因此而得名。近畿、四国、九州等地区流传着很多关于钓瓶落的传说。

据说，钓瓶落在以前的丹波一带（今京都府）尤其常见。某个村子里，有一棵很老的大榧子树，每到夜里，就有妖怪一边说着“晚上的活干完了吗？我要放钓瓶喽，嘿嘿”，一边从树上降落下来。大家听了这个传说，都不敢从那棵树下经过。

在另一个村子里，钓瓶落则出现在田里一棵名为与力松的松树上。每到傍晚，就有个脑袋从松树上降落下来，把经过的行人拉到树上吃掉，然后把吃剩的人头扔下来。最多的时候，它会扔五六颗人头下来。钓瓶落吃饱了就暂时不会出来，等到肚子饿时才会再出来吃人。

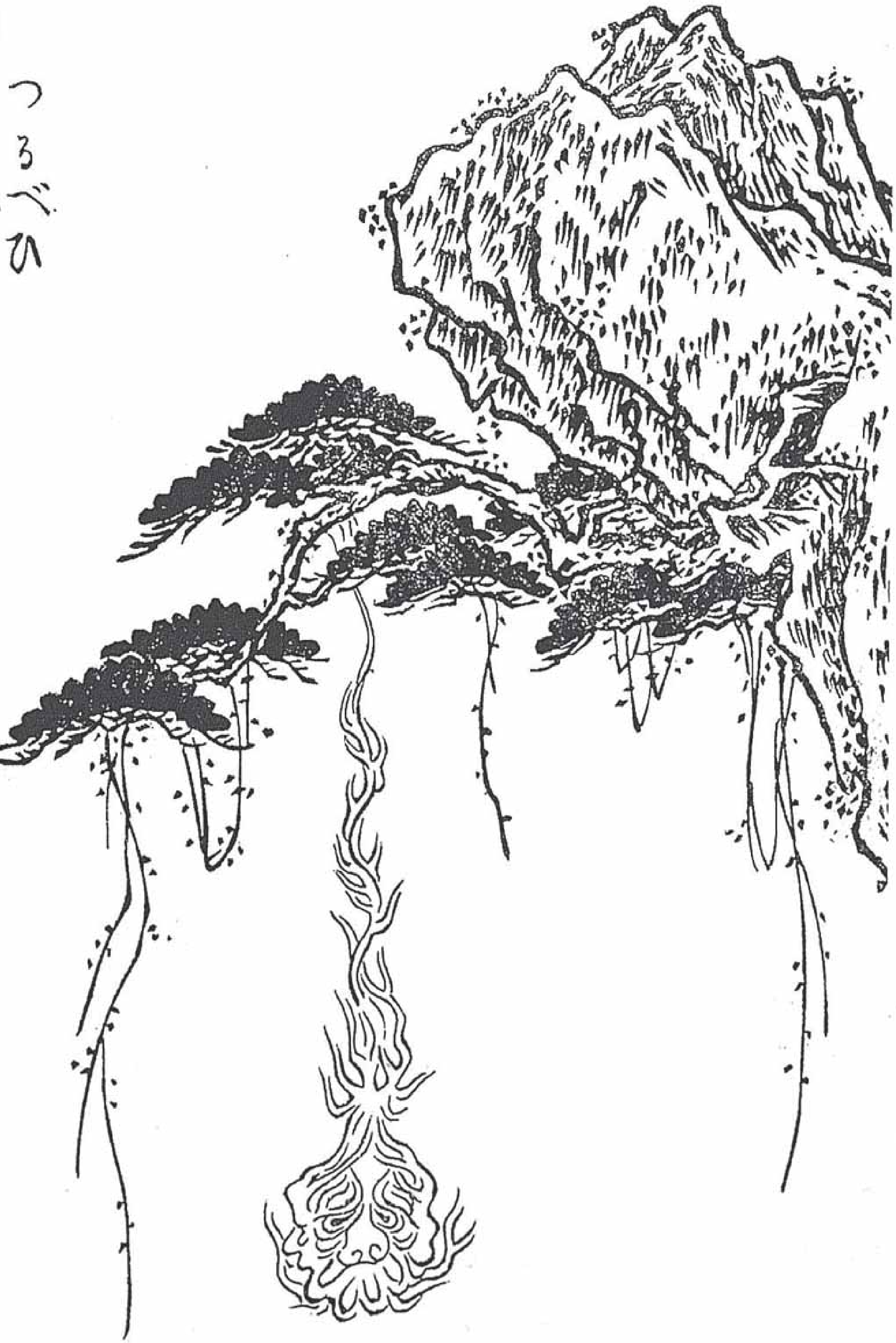
还有一个村子，有一座叫小寺的寺院，寺院里有一棵大松树，缠绕在树上的常春藤长长地垂下来，看上去颇为可怕。据说，这棵松树上也有钓瓶落，村民们深感畏惧。

放烧水壶下来的药缶钓

在京都府，每逢雨夜，大树上就会有火球降落下来，即所谓“钓瓶火”。在高知县，阴森森的道路上会出现“茶袋下”这种妖怪，遇到的人会患病。

在长野县，“药缶钓”这种妖怪，放下来的不是钓瓶，而是药缶（烧水壶）。不过，据说这种妖怪不怎么害人。

○ 釣瓶火（つるべひ）



《画图百鬼夜行·钓瓶火》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

注释：

[1]在日语中，“钓瓶”表示吊桶的意思。

蓑火

出现在村子里的神秘之火



黏附在衣服上的蓑火

夜晚在墓地附近，有时能看见青白色的火球在空中飘荡，人们把这称为人魂或鬼火。另外，天狗和狐狸也会带来神秘之火，即所谓“天狗火”“狐火”“狐狸灯笼”等。

据说，在小雨淅沥的夜晚，会突然出现神秘之火，黏附在人们穿的蓑衣上。这就是“蓑火”。虽然是火，但并不烫。可是，如果想掸掉它，火势会越来越旺，将全身包裹住。新潟县的信浓川流域经常出现蓑火。不过，多人结伴同行的话，蓑火只会黏附在一个人身上，其他人身上没有。据说，这是“鼬”搞的鬼。

福井县流传着这样的传说：下雨的夜晚，人在路上行走，斗笠的边缘会有大颗水滴垂下来。如果用手擦掉它，它就会变成火似的在另一处垂下来，而且越来越多，让人头昏眼花。这种火，被称为“蓑虫火”。据说，木匠和石匠身上是不会附上这种火的。

在秋田县的仙北郡地区，黏附在蓑衣或斗笠上的不是火，而是会发光的物体。在寒冷而晴朗的日子里，蓑衣或斗笠上会黏附闪闪发光的物体，无论怎么拍打都拍不掉。


老人火

《绘本百物语·老人之火》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

在长野县和静冈县的交界处，还会出现“老人之火”，下雨天较为多见。“老人之火”不会害人，但无论人怎么惊慌逃跑，它会一直黏附在人身上。据说，遇见“老人之火”时，把鞋子放到头上就能化解。

铛铛火·天火

冤魂变成火，到处飞舞

拖着长尾巴的冤魂的蓝色火球

奈良的法华寺附近有一棵古老的檀香树，南边的佐保川的高桥堤上也有一棵檀香树。传说，这两棵树会互相喷出“铛铛火”[1]，激烈交战。这火变成拖着长尾巴的蓝色火球，时常在下雨天出现。仔细看，火球里还会浮现出一张男人的脸。据说，这是奈良时代一个贵族含恨而死化成的冤魂。看见这火的人会有灾祸降临，甚至发高烧死去。

对着古城遗址叫喊，就会有火球飞过来

据说，在奈良县橿原市的十市城，还残留着从前十市氏被消灭时的怨恨。如果对着古城遗址“喂喂”地叫喊，就会有火球从古城飞过来，发出“铛铛”的声音，然后消失。看见这火球的人，接下来的两三天会发高烧，神志迷糊。这种火球，被称为“铛铛火”或“喂喂火”。

引发疾病或火灾的天火

在九州地区的熊本县、佐贺县、长崎县等地，把这样的神秘之火称为“天火”。“天火”如灯笼一般大小，飞舞时会发出“当啷当啷”的声响。据说，这火飞进屋里的话，会带来疾病。所以，人们会敲钲赶走它。这火如果落在屋顶上，则会引起火灾。


天火

《绘本百物语·天火》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

“天火”靠近时，只要一边念佛一边追赶它，它就会逃走。一直追到村头的话，“天火”就会躲到草丛后面。

日本全国各地都流传着许多关于神秘之火的传说。而这些神秘之火，其实都是含恨而死的人的冤魂，即“灵魂之火”。人们自古认为，人死后，一定会从身体里飘出“灵魂之火”；如果心怀怨恨而燃烧起来，火里就会浮现虚幻的景象。

注释：

[1]铛铛火：火到处飞舞的时候会发出“铛铛”的声音，因此而得名。

夜行怪·无头马

骑着无头马出现在夜晚

在夜行日这样的特殊日子里，夜行怪会骑着无头马在路上徘徊。

“夜行”，本意是指神在人们祭神的时候现身。而“夜行日”，本来是指为了特定的祭祀活动而洗净身体的日子，例如节分、除夕、庚申日等；后来则专指各种妖怪现身的日子，又叫“百鬼夜行日”。每个月有各自固定的夜行日，例如正月和二月的子日、三月和四月的午日等。

在德岛县，节分当晚夜行怪会以长须独眼之鬼的形象出现。人们聊起晚饭的菜肴时，一只毛茸茸的手突然伸过来，这就是夜行怪。在其他夜行日，夜行怪会骑着无头马四处游荡，遇到人，就会把对方甩出去或踢死。如果在路上遇到这妖怪，把脚下穿的草鞋放到头顶，或者趴在地上，这样就能化解。

在福井县、长崎县等地，也有夜行怪骑着无头马现身。另外，有的地方只有马头出现，被称为“斩首马”。

泥田坊

叫喊着“把田还给我！”的独眼妖怪

北国地区，有个老人，无论寒暑每天都拼命干活。后来，他把田地留给了子孙。然而，老人死后，子孙整天喝酒，根本不干活；最后，还把田卖了。那个老人知道后，变成了黑黝黝的独眼妖怪，每天晚上出来，叫喊着“把田还给我！”。这个妖怪就是泥田坊。


泥田坊
むかし北國に
翁あり子孫のために
いさゝかの田地をかひおきて寒暑
風雨をさけず時々の耕作おこたらざりし
に此翁死してよりその子酒にふけりて
農業を事とせずはてには此田地を他人にうりあたへれば

《今昔百鬼拾遗·泥田坊》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

吧嗒吧嗒·吧嗒吧嗒先生

但闻其声，不见其影

半夜，从屋顶上、院子前或村头传来敲打榻榻米的声音，这种妖怪被称为吧嗒吧嗒。它只在冬天夜里出来，尤其是刮西北风的夜晚。据说，曾经有人循声走近，想看清其真面目。但那声音逐渐远去，根本无法接近。

广岛县的广岛城下，也能听到这种声音。广岛城附近有一块石头，人们称之为“吧嗒吧嗒石”。据说，触碰到这块石头的人，脸上就会长出青斑。有个老人把这块石头带回了家，脸上长出了青斑，而且青斑越来越大。老人把这块石头放回原处，青斑很快就消失了。

如今，有时夜间走在寂静的路上，人们会觉得身后似乎有脚步声尾随。奈良县的人把这声音称为“吧嗒吧嗒先生”。据说，听到身后传来这声音时，只要往路边让一下，说一句“吧嗒吧嗒先生，请您先走”，脚步声就会消失。

朱盘

脸色通红、大圆盘状的妖怪

朱盘是一种朱漆大圆盘状的妖怪。福岛县流传着这样的传说：某日傍晚，一个年轻武士从诹访神社前路过，看见另一个年轻武士，就向他询问。对方回答：“你问的是不是这样的人？”话音刚落，他就变成了眼睛如圆盘、额头上长角、脸色通红的妖怪。

朱盘这种妖怪也在新潟县出没，据说是脸色通红的光头形象。从前，有小偷正在偷挖大财主埋藏的财宝，这个妖怪突然出现，结果小偷就没有偷成。朱盘的“盘”，是大碟子的意思。

算盘坊主

打算盘的声音的真面目

京都府龟冈市的西光寺旁边，有一棵榧子树。深夜路过那里，会看见一个和尚在树下“噼里啪啦”地打算盘，这妖怪被称为算盘坊主。

有人认为那是狸子变的，但还有一种说法：从前，西光寺里的小和尚，因为算错数，被老和尚痛骂后，在这棵树上吊自尽了。然后，其怨恨化作了妖怪。

一反木绵

在空中飞行并卷住行人脖子的白布

一反[1]木绵是这样一种妖怪：一条十余米长的在空中飞行的白布，会卷住行人的脖子或蒙住行人的脸，使其窒息。据说，它经常在夜晚出没。

从前，在鹿儿岛县的大隅地区，有个男人急匆匆地赶夜路。突然，黑暗中飘飘扬扬落下一条白布，卷住他的脖子。他大吃一惊，立刻拔刀割断那条白布。白布消失了，但他手上沾满了飞溅的血迹。

注释：

[1]“反”是日本的布匹长度单位，“一反”约等于10.6米。

袖引小僧

是谁在拉扯和服袖子?

袖引小僧是经常在埼玉县出现的妖怪。傍晚人们在路上行走时，有时会感觉后面有人在拉扯自己和服的袖子，回头去看，却不见人影。以为是错觉，继续往前走，但袖子又被拉住了。据说，这是袖引小僧所为。不过，除了拉扯袖子，袖引小僧不会干别的坏事。

手目坊主

手上长眼睛的和尚的复仇心

手目坊主是这样一种妖怪：一个老人，会从荒地草丛后跳出来追赶路人，他脸上的眼睛、鼻子不甚分明，手心却赫然长着眼睛。据说，手目坊主有这样的来历：从前，有个盲眼和尚，被盗贼抢走所有钱财，还被杀死，其冤魂不散，变成了妖怪。

在强烈的复仇心的驱使下，他手心长出了眼睛，每到月夜就会现身。



《百鬼夜行·手之目》

鸟山石燕

早稻田大学图书馆藏

雨女

出现在下雨天

下雨天，昏暗不明，常常给人一种阴沉忧郁的感觉。这种天气似乎比较适合妖怪出场。

据说，长野县下伊那地区，一到下雨天就会出现雨女。人们认为，雨女和雪女一样，本来是下雨天来访的神，但后来没落，就变成了妖怪。



雨女
もろこし巫山の神女ハ朝にハ
くもとなり夕にハ雨となるとかや
雨女もかゝる類の
ものなりや

《今昔百鬼拾遗·雨女》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

雷兽

和雷电一起降落下来，样子如野兽的怪物

刚才还晴空万里，突然天色暗下来，电闪雷鸣，这对古时候的人来说是非常可怕的。人们认为，雷表示“神鸣”之意[1]，是云端上的雷神引起的。和雷神一起降落下来，样子如野兽的妖怪，就是雷兽。据说，雷兽会造成人畜死伤，树木劈裂。

在新潟县，人们这样描述雷兽：有两只前脚、四只后脚，脚趾间有蹼；嘴巴像鸟喙一样，是深褐色的；尾巴长约二十厘米，也是深褐色的。

在长野县，则流传着这样的说法：晴朗的日子，雷兽一整天都在睡觉；而当雷云涌起、覆盖群山时，雷兽就会沿着雷云往上爬，在云间到处穿行，然后和雷电一起降落下来。降落下来的雷兽，大小和猫差不多，毛是灰色的。



《绘本百物语·雷电》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

注释：

[1]在日语中，“雷”和“神鸣”这两个词语发音相同。

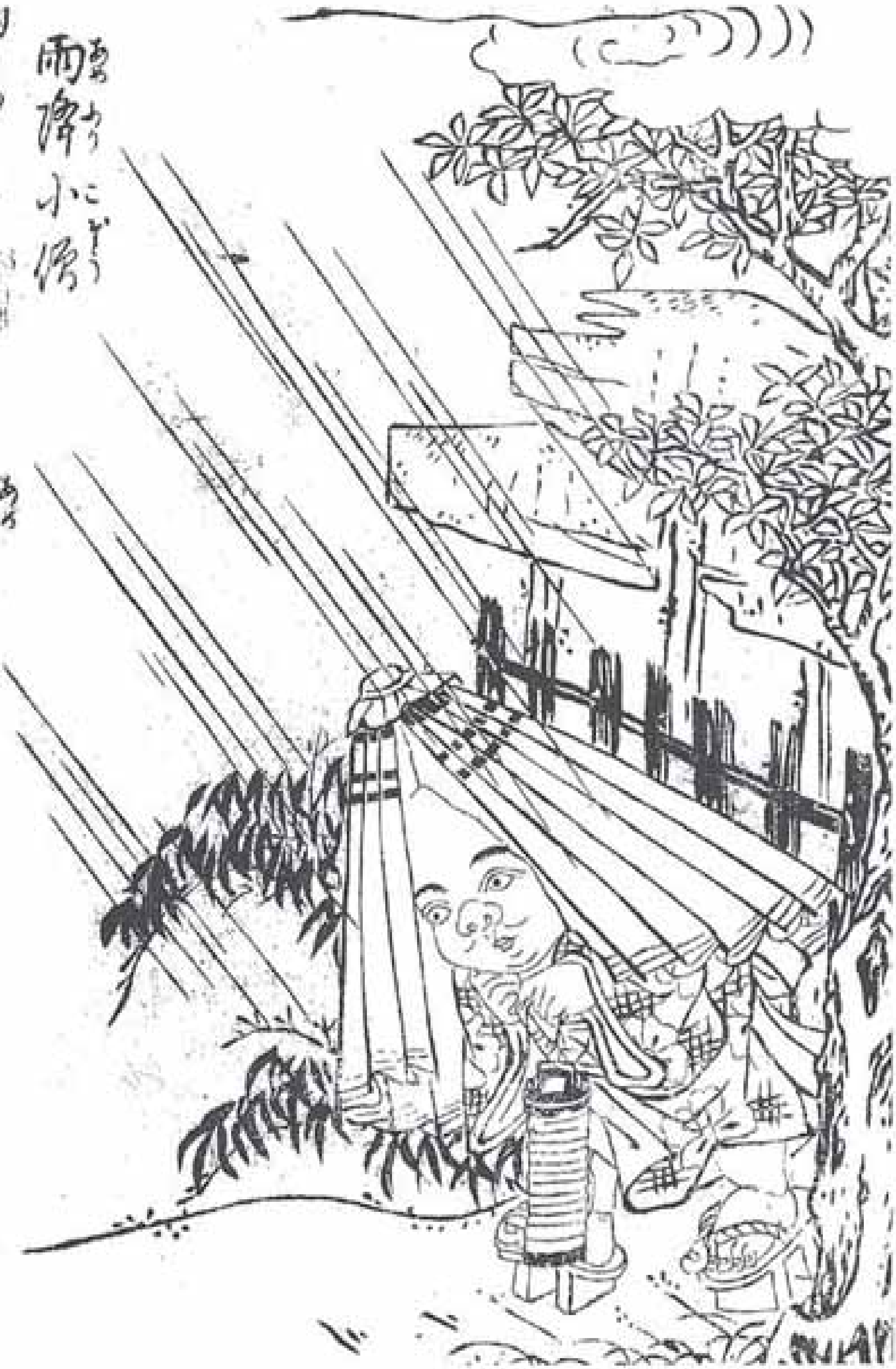
雨降小僧

头戴伞笠的雨神仆童

雨降小僧，被认为是司雨之神“雨师”的仆童。每逢下雨天，雨降小僧就会头戴伞笠、手提灯笼出现。

雨降小僧

雨のかみを雨師といふ 雨つかさ
小僧といへるものハめしつかうまつる歟



《今昔画图续百鬼·雨降小僧》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏



《妖怪着到牒·豆腐小僧》

北尾政美

东京都立中央图书馆特别文库室藏

江户时代的怪谈集或带有插画的娱乐小说里，出现了形象酷似雨降小僧的侍女，这就是豆腐小僧

小雨坊

在修验道圣地乞讨

小雨淅沥的夜晚，小雨坊会在奈良县的大峰山或葛城山到处徘徊，沿路乞讨。



小雨坊
小雨坊ハ雨そぼふる夜
大峯かつらきの山中に斎料をこふ

《今昔百鬼拾遗·小雨坊》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

四
宅院里的妖怪



人们自古以来就相信，房子建好时，会有新的灵魂寄居其中。建筑物变旧时，里面的灵魂也会随之成长，寄居着冤魂的宅院还会变成凶宅。豪族世家的宅院里有“座敷童子”，浴室里有“垢尝”，旧衣服里有“小袖之手”……可爱的猫和小小的鼠，都有可能变成可怕的妖怪。人们每天使用的工具也寄居着灵魂，一旦将其扔掉，它们就会变成妖怪来恐吓我们。

妖怪会在什么时候出现呢?

岩井宏实

和季节、日子无关，妖怪随时都有可能出现。不过，妖怪最常出现在秋天或冬天这种阳光较弱、景色凄清的季节。

另外，自古以来，人们就认为妖怪经常在某些日子出现，这些日子就是“百鬼夜行日”。具体而言，它们是正月和二月的子日，三月和四月的午日，五月和六月的巳日，七月和八月的戌日，九月和十月的未日，十一月和十二月的辰日。这些日子是古时候日期的表示方法，是按十二生肖的顺序排列的。

另外，有的地区出现某种特定妖怪的日子是固定的。例如，在北九州地区，山姥经常在十二月十三日、二十日出现，这两天也被称为“山姥洗濯日”。据说，山姥洗濯日肯定会下雨，因而人们不会洗衣服。

十二月十三日被称为“事始之日”，是开始为正月做准备的重要日子。另外，在奈良县，十二月二十日被认为是一目小僧、一本踏鞴现身的日子，同时还是鬼自由活动的日子。

而以伊豆半岛为中心的关东地区，则认为旧历二月八日、十二月八日才是一目小僧现身的日子。二月八日，山神下山来到村子里，变成田神；十二月八日，又返回山里，变回山神。人们把这两天称为“事八日”。在长野县，旧历二月二十五日被称为“一目之日”，据说，这一天上山能遇见一目小僧。

一目小僧、一本踏鞴，之所以是独眼或独脚的形象，是为了让山神现身于人间时与人区别开来。



《百鬼夜行绘卷》

日本国立国会图书馆藏

天快亮时，妖怪们仓皇逃跑

可见，妖怪现身的日子，其实从某种意义上可以说是祭神的日子。在这些日子里，人们暂停劳作，躲在家里安静地度过，长此以往，逐渐形成了这样的风俗习惯。

一天之中，妖怪最常出现的时间是傍晚或凌晨。这个时间是白天与黑夜的分界线，也是太阳照耀的光明世界与黑暗世界的转换时间。如果完全黑暗，人类看不见妖怪的样子，自然就不会感到害怕；但如果一片光明，又会缺少神秘性，也很难让人产生恐惧感。因此，妖怪特意选择在天光朦胧的时间点出来。

化猫

尾巴一分为二，拥有魔力的老猫

猫是有魔性的动物

猫与狗一样，都是家里最常饲养的宠物。狗比较好动，喜欢跑跳，表情也很开朗；猫则相对比较文静，表情带点神秘感。因此，自古以来，人们就认为猫会作怪或给人带来灾祸。日语里有个惯用语“猫をかぶる”，表示的是“隐藏本性、装老实”。

猫是会骗人的魔性之物，因而关于猫的传说有很多，例如：猫会偷走人的尸体并藏起来；猫从棺材上跳跃过去，棺材里的死人就会开始迈步行走；制造火枪子弹时，不能让猫看见……

尾巴一分为二的猫股

据说，年老的猫会变成猫股（或写成“猫又”）。猫股的尾巴一分为二，经常变身作怪，加害于人。镰仓时代，吉田兼好在随笔集《徒然草》里记载：“深山里有猫股，会吃人。”

由此可见，养猫的话，应该从一开始就设定饲养期限，比如说两年、三年。养太久的话，老猫就有可能变成妖怪。设定饲养期限后，时间一到，猫就会自己离家出走。如果不是被杀死，猫是不会让人看到自己死去的模样的。



《古寺里的猫怪物》

歌川国辉

静冈县立中央图书馆藏

香川县流传着这种说法：在小豆饭和鱼肉上面盖上红色手巾，并说一句“放你走啦”，猫就会自行离去。

还有人说，为了不让老猫变成猫股，应该趁猫还小的时候把尾巴切掉。

从前，新潟县的一位武士家里发生了许多怪事：每天晚上都有火球飞来飞去，然后落在院子里的朴树上面；人睡着后，枕头会自己颠倒过来；纺车会自己转动起来……

有一天，主人看见朴树上有一只很大的猫，它头顶披着红手巾，用尾巴和后脚灵巧地站立着，环视四周。主人想弄清楚这只猫的真面目，就朝它射了一箭。箭射中了猫的身体。猫咬断刺进身体的箭，然后死了。主人仔细一看，发现这是一只尾巴一分为二的大猫。



《百怪图卷·猫股》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏

猫骚动

另一方面，也有很多故事是讲人借助猫的魔力进行报仇的。例如，“化猫”曾经在江户时代大名家的“内乱事件”中大显身手。歌舞伎的剧目中，也有关于“猫骚动”的内容，冈崎、锅岛、有马这三大家族的“猫骚动”被称为“三大猫骚动”。

讲谈里，“有马家的猫骚动”的故事梗概如下。

久留米藩[1]的老爷有马赖丰，从松平家迎娶夫人。跟随夫人一起过来的侍女阿卷，深得老爷喜爱。其他侍女十分忌妒，于是经常欺负阿卷，逼得她自杀身亡。阿卷的仆人阿仲为了报仇，偷偷潜入了侍女长（欺负阿卷的主要人物）的房间里，但被发现了。在这紧急关头，阿卷生前疼爱的猫出来相助，一口咬住侍女长的喉咙，将其咬死。这只猫后来假扮成有马家的家臣山村典膳的母亲，但被识破了，最终被相扑力士小野川喜三郎制伏。

向主人报恩

猫会作怪害人，但也会帮助主人，以报饲养之恩。

从前，有个财主因为意外变故而变得一贫如洗。他家里长年养着一只猫，即使自己吃不上饭，也不忘每顿喂猫。一天晚上，猫吃过晚饭后就不见了。第二天一早，主人醒来，发现枕边放着很多钱。接下来，一连很多天都是如此。主人觉得奇怪，心想：“肯定是猫干的好事。”于是，偷偷跟在猫后面，想看个究竟。原来，猫在河滩上捞了些水藻披在头上，装扮成盲人在街角乞讨，然后把得到的钱送给主人。这个故事在静冈县流传甚广。



猫又橋
氷川下
名勝會

《江户的花名胜会·九番组·市之川市藏 / 巢鸭冰川下猫又桥 / 冰川下》

歌川丰国

日本国立国会图书馆藏


書畫五拾三驛
駿河
岡部
猫寺ノ怪

《书画五十三驿·骏河冈部猫寺之怪》

歌川芳虎

日本国立国会图书馆藏


猫また

《画图百鬼夜行·猫股》

乌山石燕

川崎市市民美术馆藏

另外，还有这样一个传说。从前，某地有座寺院，因檀家[2]太少而贫困不堪。因为食物匮乏，和尚把饲养多年的猫叫到跟前，说道：“我没有什么可以吃的东西喂你了，你还是去有钱人家里过幸福日子吧。”猫回答：“我一直以来受您照顾，现在怎么能一走了之？其实，我会神通法术，请让我来报答您吧。有个大财主，他的母亲即将去世，到时在葬礼上，您就按我说的做吧。”

正如猫说的那样，没过几天，大财主的母亲就去世了。葬礼当天，乌云密布，安置遗体的棺材突然飞到空中，大家都不知所措。这时候，和尚就按照猫的指示念经祈祷，棺材降落下来，葬礼这才顺利完成。大家目睹了和尚的法力，都佩服得五体投地。从那之后，寺院也开始变得兴旺起来。



《百怪图卷·火车》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏

在葬礼或墓地抢夺尸体。据说其真身就是猫股



《白须贺十右卫门与猫石之怪》

歌川国芳

静冈县立中央图书馆藏

注释：

[1]久留米藩：今福冈县久留米市。

[2]檀家：江户时代，每个日本人都隶属于一个佛寺，叫作檀家，登记在册。檀家是施主，寺庙像派出所一样管理户籍，在施主结婚、旅行、外出打工之际开具介绍信，证明此人不是邪教徒。

鼠

能咬死猫的老鼠



拥有怪力的老鼠

老鼠是对人有害的动物，栖息在房屋棚顶的家鼠，会传播传染病；田鼠会破坏农田……但另一方面，正如“鼠算”[1]这个词所示，老鼠的繁殖能力很强，因此被认为是具有神秘力量的动物而受到重视。比如说，七福神之一的“大黑天”的使者就是老鼠。在很多祭祀活动中，老鼠还受到人们的祭拜。另外，自古就有《老鼠嫁女儿》《老鼠的净土》等民间传说，可见人们对老鼠抱有一种亲近感。

猫一见到老鼠，就会拼命追赶，将其捉住并吃掉。不过，那些活了很多年的“旧鼠”很不一般，甚至连猫也不是它们的对手。江户时代的《三州奇谈》里，记载了以下这个发生在富山县的传说。

在某个村子的村头墓地，人们发现很多只家养的猫被咬死了。据说，这是栖息在墓地的“旧鼠”所为。

村里有个名叫伊兵卫的年轻人，一天夜里经过这片墓地，突然听到石头崩塌的声响，同时有什么怪物迎面扑来。伊兵卫是个擅长相扑的大力士，他一把抓住那怪物的脖子，猛地摔出去。那怪物不放弃，一次又一次地扑上来，撕咬他的肩膀和背部。伊兵卫毫不畏惧，使劲掐住那怪物的脖子，终于把它杀死了。第二天早上一看，原来是一只身长五十多厘米的硕鼠。


旧鼠

《绘本百物语·旧鼠》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

老鼠抚养失去猫妈妈的小猫

还有一个传说。名古屋市一带有一户人家，家里点亮的油灯每天晚上都会突然熄灭。经查实后发现，原来是老鼠偷吃灯油。于是，他们从邻居家借了许多只猫过来。到了晚上，点起油灯，老鼠出来了，猫一起扑上去。然而，结果是猫被咬死了。他们又调集来更厉害的猫，可结果还是一样。村里人这才信服：“‘穷鼠噬猫’[2]的谚语果然有道理！”

不过，在东北地区有这样的记载：可怕的老鼠竟然给失去猫妈妈的小猫喂奶。

化鼠和铁鼠

和狐狸、狸子一样，老鼠也会乔装骗人。

从前，有个人在京都买了一套旧房子住下来。一天晚上，有个穿戴整齐的人上门恳求：“我儿子要举行婚礼，可否借你这房子来用一晚？”主人同意了，把房子借给了他。这时，灯笼亮起来，许多轿子和车子鱼贯而入，很快聚集了两三百人，开始举行大型宴会。

突然，一阵大风吹来，灯笼全熄灭了。主人重新点亮灯笼时，却发现房子里空无一人。而且，借给那人使用的工具、器物全被损坏了。只有挂在壁龛上的画完好无损，上面画的是猫。据说，这件事是从前住在这套旧房子里的老鼠所为。

另外，《平家物语》里记载：名为铁鼠的妖怪，是滋贺县三井寺的僧人赖豪的灵魂变成的。

赖豪为白河院祈祷皇子诞生。祈祷很灵验，皇子顺利出生了。白河院本来答应过赖豪，只要皇子顺利出生，就可以给他任何奖赏。但是，白河院反悔了，不同意赖豪提出的“修建戒坛”的请求。戒坛，是为僧人受戒的场所。当时，只有比睿山延历寺等极少数地方才有戒坛。白河院之所以不同意给赖豪修建戒坛，是因为延历寺提出反对。赖豪非常愤怒，扬言说要带上皇子一起坠入魔道，自己绝食而死。


井寺頼豪阿闍梨
悪念鼠と変ずる図

《新形三十六怪撰·三井寺赖豪阿阇梨恶念变鼠之图》

月冈芳年

静冈县立中央图书馆藏

赖豪死后，因怨恨难消，变成了铁鼠这种硕大的妖怪。然后，它率领八万四千只老鼠组成的大军闯入延历寺，咬坏了很多宝贵的佛像和经卷。无奈之下，延历寺的法师只得在比睿山的山脚下建造一所鼠祠，祭拜铁鼠。



○鉄鼠
頼豪の霊鼠と化と
世にしる所也

《百鬼夜行·铁鼠》

鸟山石燕

早稻田大学图书馆藏

注释：

[1]鼠算：在日语中，这个词语表示数量急剧增加、呈几何级数增长。

[2]穷鼠噬猫：老鼠被逼入绝境时也会咬猫，类似于困兽犹斗、狗急跳墙的意思。

辘轳首

伸长脖子在空中浮游



或伸长脖子，或身首分离

辘轳首是一种可以伸长并随意活动脖子的妖怪。大多数情况下，辘轳首是女人的形象。有时，也可以写成“飞头蛮”。其中，身首分离的妖怪叫作拔首。

晚上，辘轳首的身体躲在被窝里睡觉，只有脖子伸出来随意活动，但不会做什么坏事。平时看上去，辘轳首和普通女人没什么两样，很难分辨出来。有的地区流传着这样的说法：脖子上有圆圈的女人会变成辘轳首。



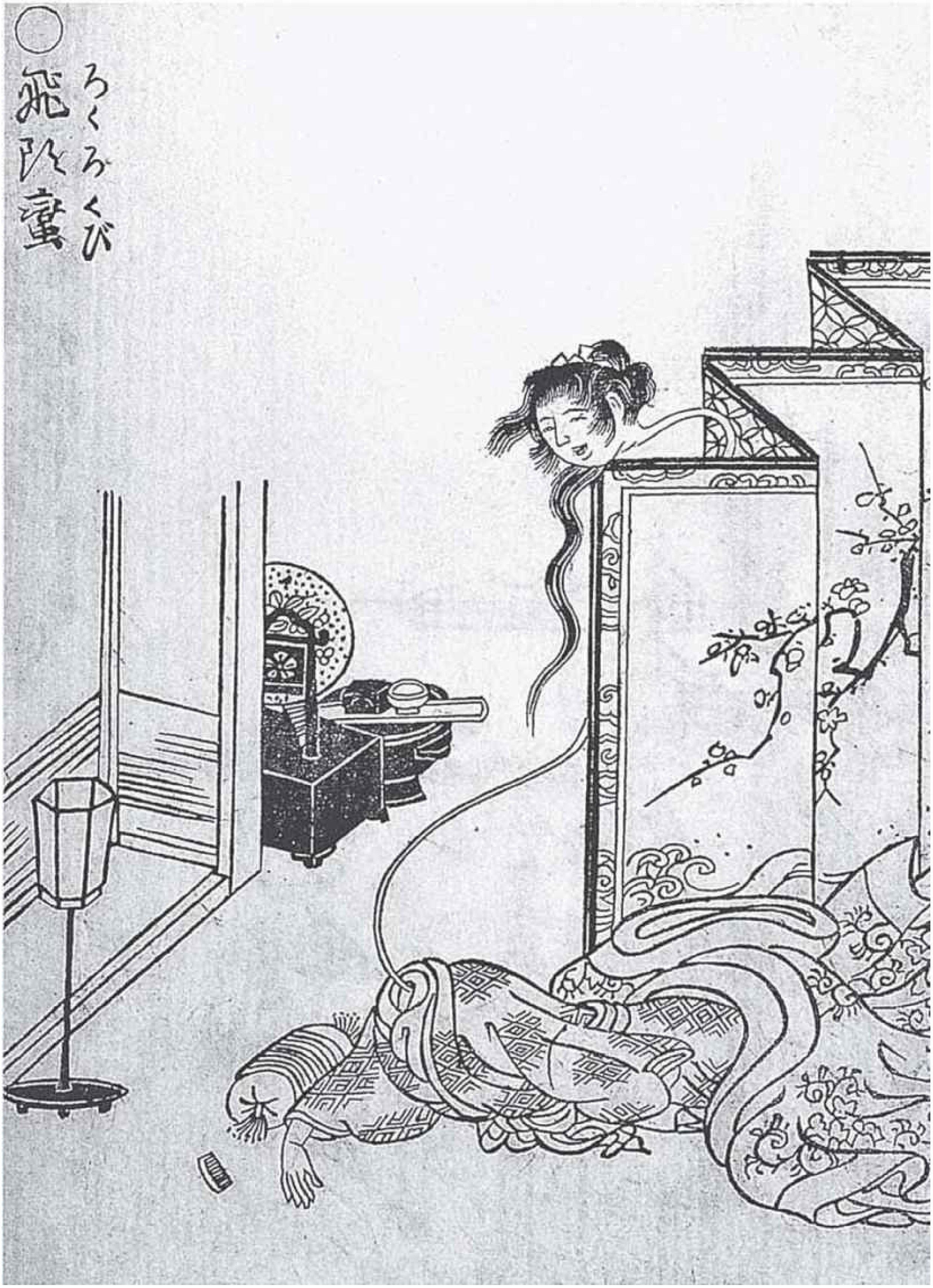
《辘轳首》

歌川丰国

静冈县立中央图书馆藏

江户时代的怪谈集《古今百物语评判》里记载了以下这个故事。从前，有一位“绝岸和尚”，某天在今熊本县一带的村子里寄宿。当晚刮大风，他辗转反侧睡不着，便开始念佛。

半夜里，女主人的脑袋忽然脱落下来，从窗口飞到外面去。脑袋经过的地方，可以看见一条白色的线。凌晨时分，那颗脑袋又飞回来了，微微一笑，然后钻进了被窝。天亮后，仔细一看，女主人的脖子上还缠绕着白线。


ろくろくび
飛頭蛮

《画图百鬼夜行·飞头蛮》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏



《百怪图卷·拔首》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏



《大昔化物双纸·辘轳首》

歌川丰国

日本国立国会图书馆藏

出现在《怪谈》里的辘轳首

小泉八云在《怪谈》里也记载了辘轳首的故事。有一位以英勇闻名的武士，他侍奉的主公家灭亡了，他便削发为僧，云游诸国。他走到山梨县一带时，天色已晚，只能在远离村落的偏僻深山里过夜。他正准备在草丛里睡觉时，有个樵夫走过来，热心地说可以带他回家住宿。他跟着樵夫来到一个小屋里，里面有四个男女正围着地炉烤火。

夜已深，他觉得有些口渴，想出去喝水。这时，他不经意间看到另一间房里睡着樵夫和那四个人。令人惊讶的是，那五个人全没有脑袋！他走到外面一看，只见五颗脑袋飘浮在半空中，讨论着："今晚来的和尚，肥胖有肉，吃掉他吧。"这时，辘轳首发现了他，一起过来围攻。武艺高强的他，把这几个辘轳首打败了。不过，樵夫的脑袋一直黏附在他的衣袖上，怎么也甩不掉。所以，他就只得这样带着这颗脑袋继续上路。



《绘本异国一览》

冈田玉山

早稻田大学图书馆藏

北美洲的妖怪“尸头蛮”之图。深夜时，尸头蛮伸长脖子，到处乱吃肮脏之物，然后又把身体缩回

读绘卷

稻生物怪录 稻生平太郎少年除妖记



《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

①七月一日，独眼的大妖怪出现。此后的一整个月里，稻生平太郎被各种各样的妖怪骚扰

《稻生物怪录》讲述的是十六岁少年稻生平太郎在一个月里每晚和妖怪搏斗并将其击退的故事。

稻生平太郎是江户时代中期的备后国三次藩（现在的广岛县三次市）武士的儿子，后来取名为武太夫，历史上确有其人。关于他的事迹，收录于同僚柏正甫根据其口述所作的记录，以及国学者平田笃胤的著作《稻生物怪录》中。另外，武太夫自己也写过一本名为《三次实录物语》的书。根据此书创作的《稻生物怪录绘卷》流传甚广。到了近代以后，《稻生物怪录》还得到了许多文人或学者的高度评价。

稻生平太郎是个勇敢的少年。他与邻居三井权八比试胆量，半夜在墓地里讲鬼故事。传说中，讲完一百个怪谈故事时，真正的妖怪就

会出现。结果果真如此——到七月份时，稻生家里每天不分昼夜地有妖怪出现。

①七月一日夜晚，平太郎的房间拉门变得很亮，仿佛着了火似的。平太郎想打开拉门，结果拉门却脱落了。这时，一只毛茸茸的大手伸进来抓住平太郎，想把他拖到院子去。仔细一看，有一只大眼睛正目露凶光。邻居权八已经被一目小僧紧紧捆住，仆人权平则一直昏迷不醒。

②七月三日夜晚，一个女人的脑袋倒立着从房间一角跳出来，头发像脚一样走路，并用湿漉漉的舌头舔平太郎的脸和脖子。平太郎不为所动地钻进了被窝里。

③七月六日夜晚，平太郎想去柴房时，却看见门口被一张老太婆的巨脸堵住了。平太郎不管它，想顾自往前走，却过不去，于是就拔出小刀刺在老太婆额头中间。但对方却似乎并不疼痛。第二天早上一看，那张巨脸已经消失了，只留下小刀仍然浮在空中。

④七月十日傍晚，妖怪乔装成相扑手贞八，上门来找平太郎。两人聊着聊着，贞八的头上突然开了个孔，婴儿接二连三地从孔里钻出来，在屋里到处乱爬，然后还扑向平太郎。平太郎想抓住它们，它们却一下消失不见了。

⑤七月十二日夜晚，一只大蟾蜍从壁橱里跳出来，爬到平太郎的胸口上。平太郎一把抓住蟾蜍身上缠绕着的绳索，继续睡觉。第二天早上一看，蟾蜍已经变成了葛藤衣箱。

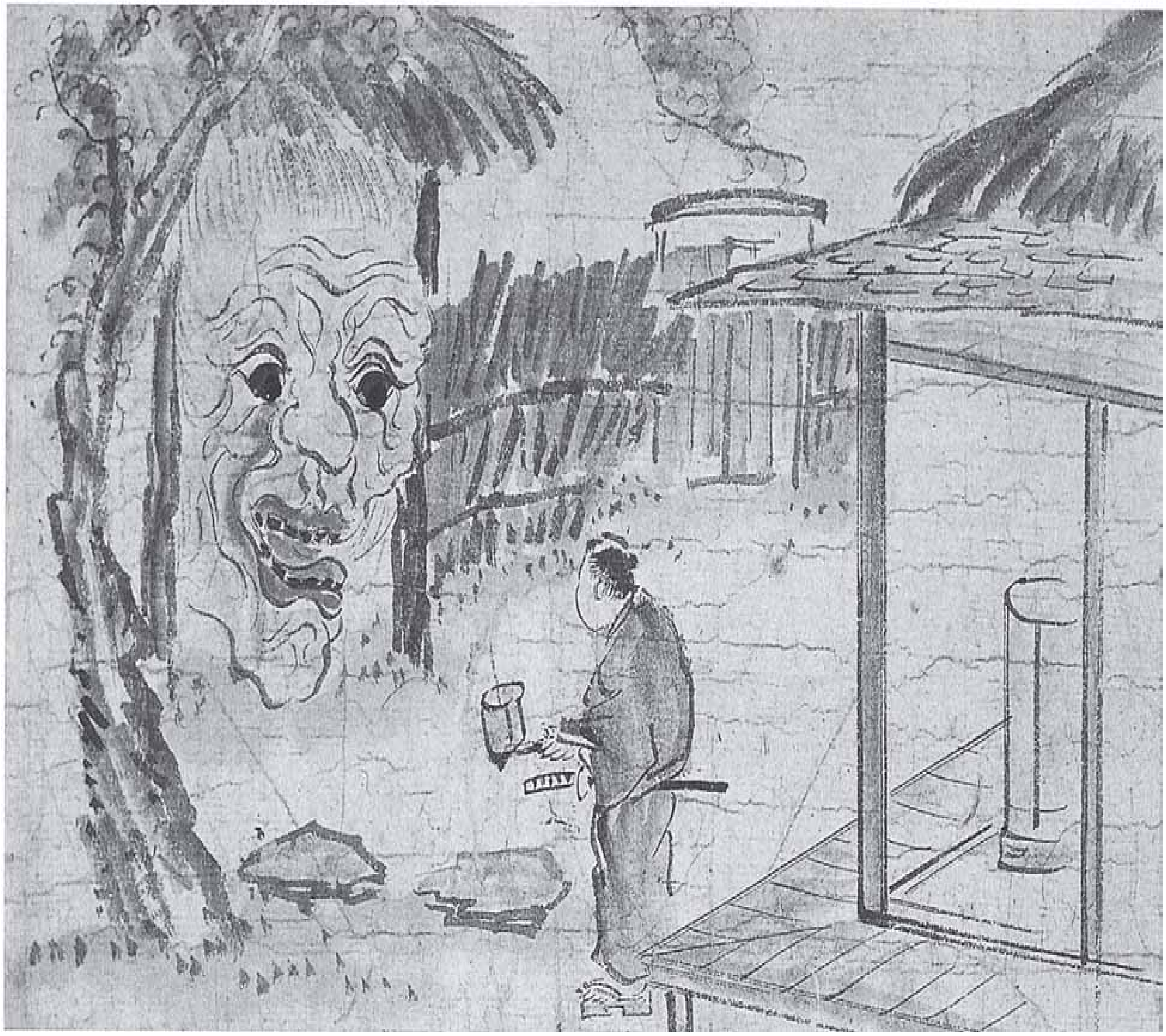


《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

②七月三日，一个女人的脑袋倒立着出现，头发像脚一样到处走来走去

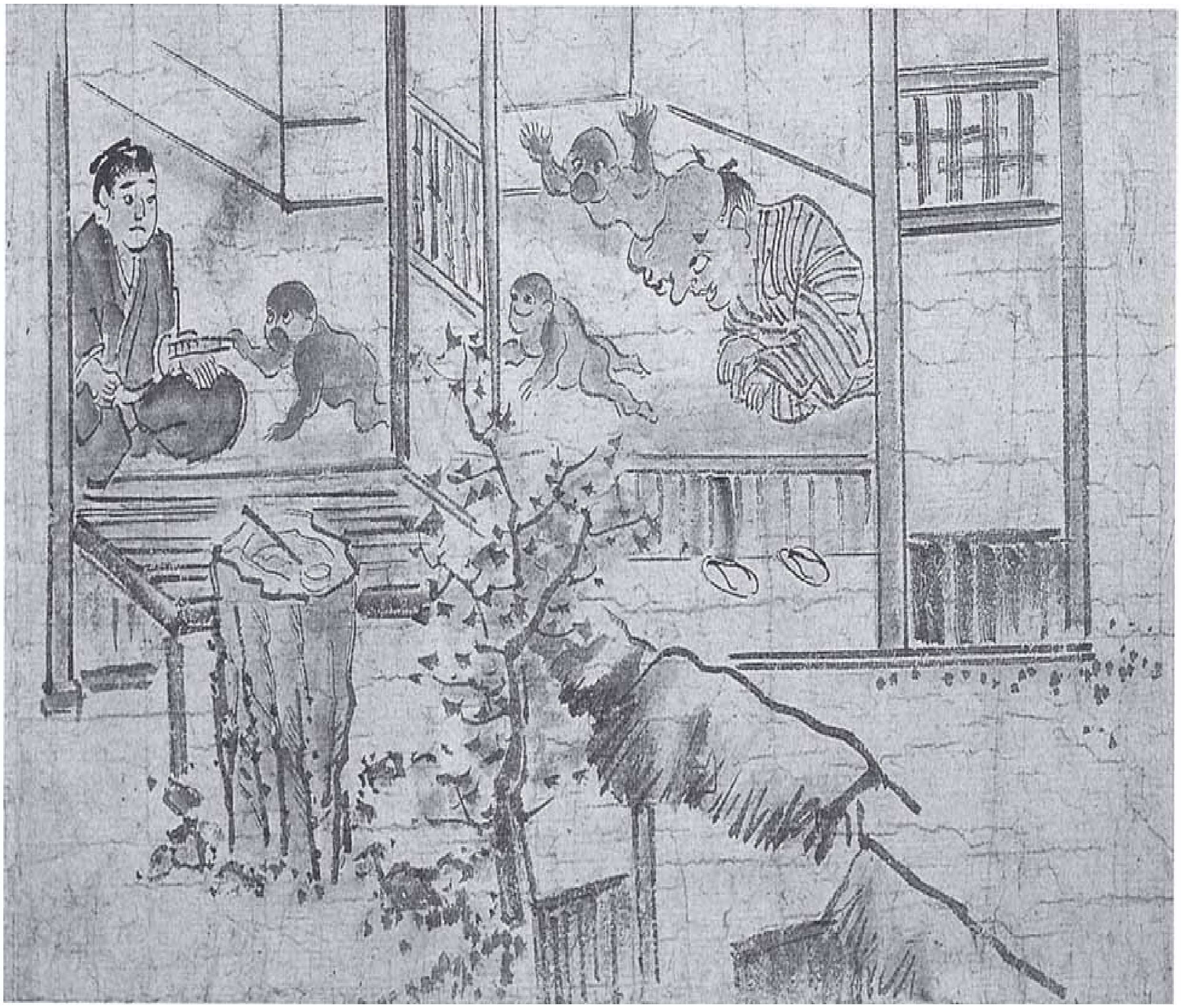


《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

③七月六日，门口出现一个老太婆的出现，头发像脚一样到处走来走去



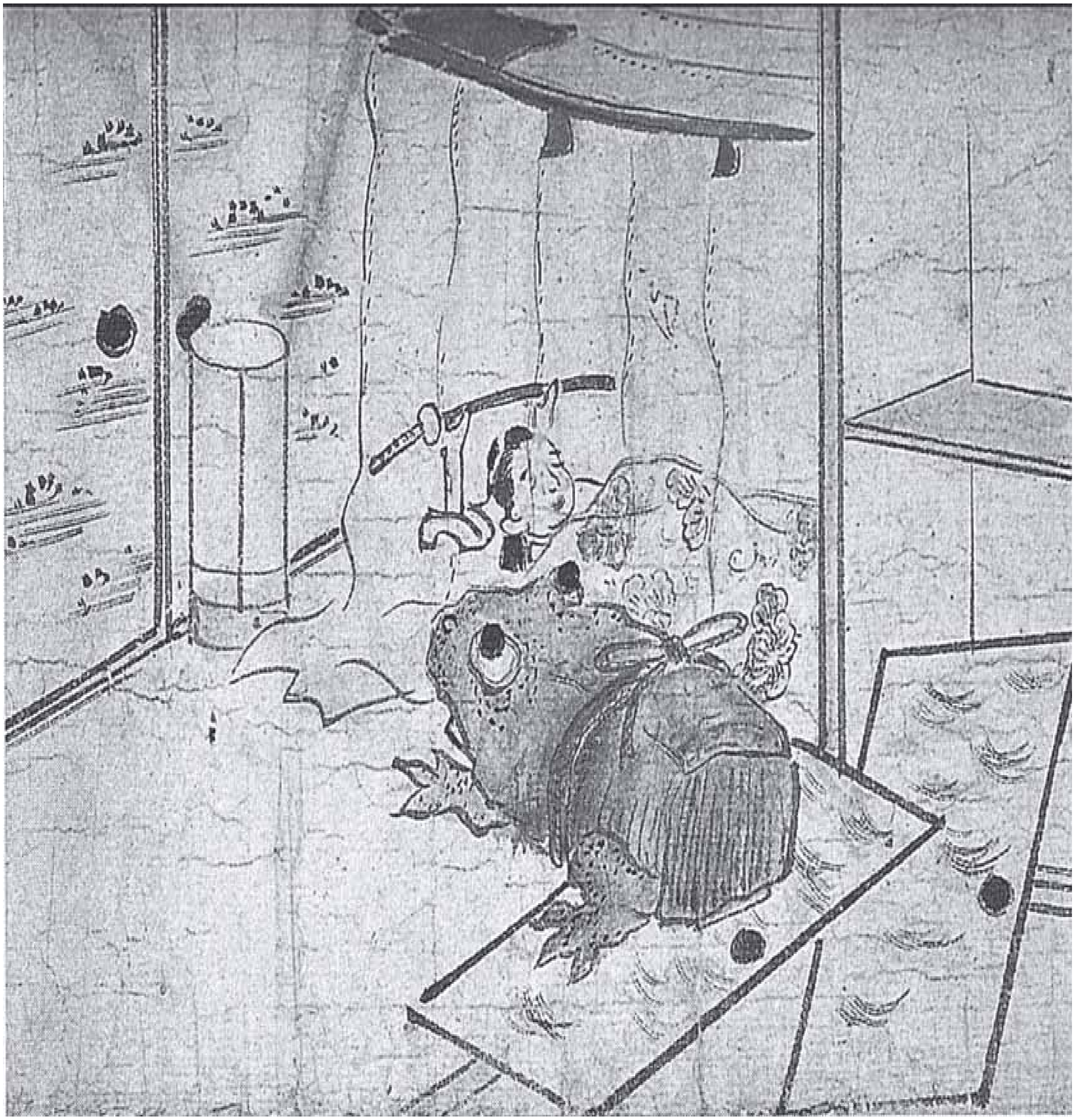
《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

④七月十日，妖怪乔装成相扑手贞八，头上突然接二连三地钻出婴儿，袭击平太郎

⑥七月十六日夜晚，出现了十多个穿在扦子上的白色秃脑袋。妖怪以扦子为脚，在房间里轻快地跳来跳去。平太郎饶有兴致地看着它们，仿佛在看田乐舞[1]似的。但后来渐渐觉得吵闹，就不管它们，顾自睡着了。



《稻生物怪录绘卷》

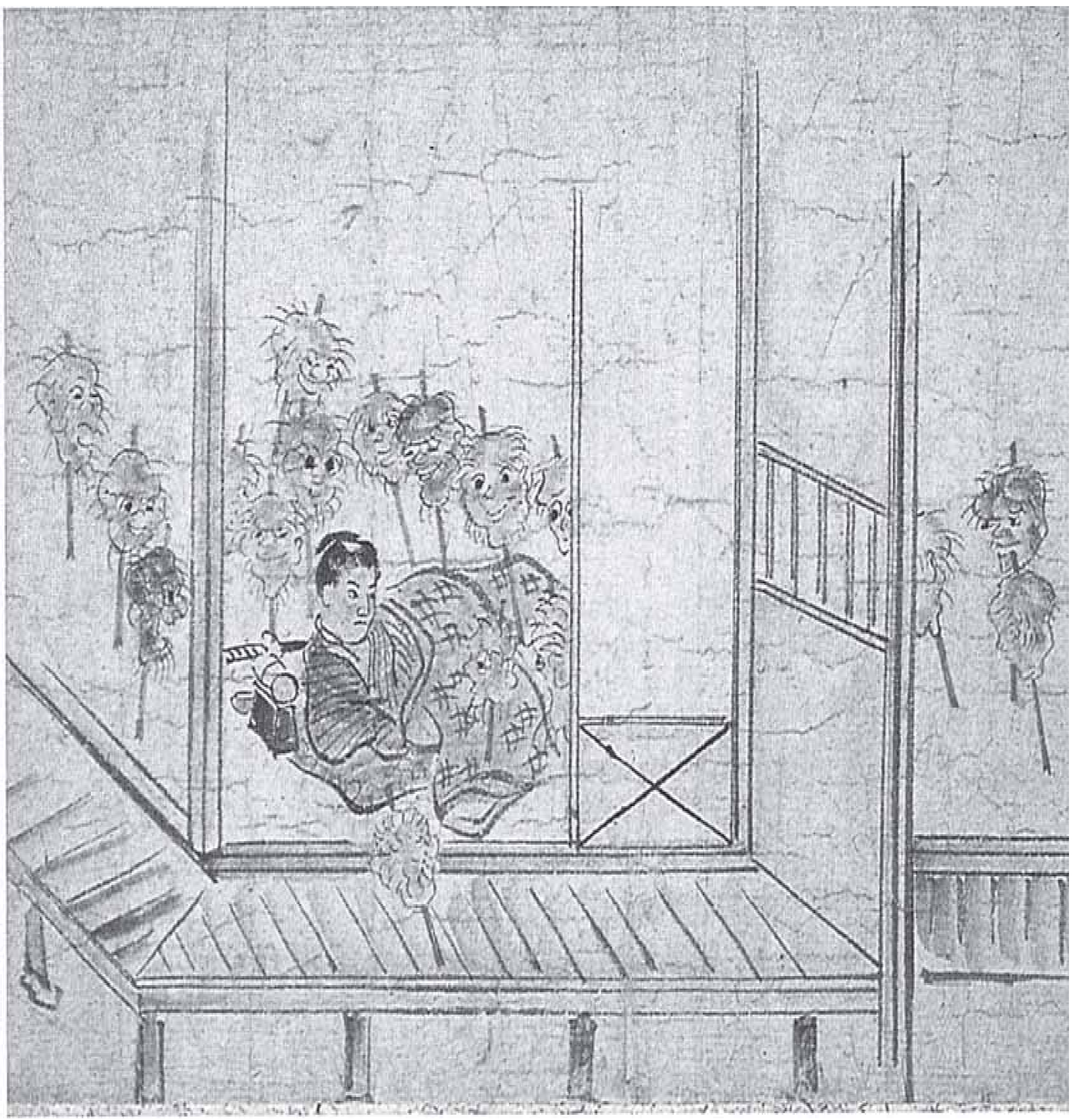
堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

⑤七月十二日，从壁橱里跳出一只大蟾蜍——其实是葛藤衣箱变的

⑦七月二十六日夜晚，一个女人的大脑袋出现了，在房间里飞来飞去，然后来到平太郎跟前，用脖子一端变成的手抚摸他。平太郎觉得很恶心，但还是置之不理，继续睡觉。不久，大脑袋就消失了。

⑧七月三十日傍晚，一个四十岁左右的武士形象的男人出现，但很快又消失了。其间，炉灰扬起，变成一个大脑袋，还放出平太郎最讨厌的蚯蚓来恐吓他。墙上还出现了一张脸，眼珠鼓起，咧着大嘴巴。但很快又都消失了。



《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

⑥七月十六日，许多穿在扦子上的秃脑袋到处跳来跳去

先前那个男人再次出现。他知道自己无法打败平太郎，于是就一五一十地说明自己的来历：“我是妖怪山本五郎左卫门。只要能骗到一百个刚满十六岁的人，我就能成为魔界首领。我努力修行，你是我要骗的第八十六个人，但没想到我会在你这里失败了。”说完就放下木槌，消失不见了。



《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

⑦七月二十六日，一个女人的大脑袋在房间里飞来飞去，然后脖子一端变成手，抚摸平太郎



《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

⑧七月三十日，炉灰扬起，变成一个大脑袋，还放出许多蚯蚓

⑨妖怪们都去哪里了呢？只见院子里挤满了各种妖怪，纷纷向平太郎鞠躬。平太郎回礼时，忽然感觉头脑昏沉。这时，山本五郎左门卫已经坐上轿子，可怕的妖怪们也沿着邻居家的屋顶排起长长的队

列，走到云端消失了。（根据《三次实录物语》等读物，按照绘卷的画面重新改编。）



《稻生物怪录绘卷》

堀田家本

（图片提供：三次市教育委员会）

⑨七月三十日，众多妖怪用轿子抬着山本五郎左卫门，扬长而去

注释：

[1]田乐舞：一种起源于插秧农耕仪式的传统艺能。

犬神

附在人身上作祟的犬之亡灵

饿死的犬之亡灵

在各种灵魂之中，据说有的灵魂会附在人身上，给人带来灾祸。死人或活人的灵魂、动物或植物的灵魂会附在人身上，被称为“附体之邪魔”。犬神就是其中之一。

据说犬神的起源是这样的：用绳索将犬绑在柱子上，在离它很近但它又够不着的地方摆着食物，让它活活饿死，然后拿其脑袋来祭拜。这种妖怪的原形，是尾巴像鼬一样长、体形像老鼠一样的小动物，据说可以按照主人的意愿加害于别人。

被犬神附体时



《画图百鬼夜行·犬神》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

被犬神附体的人，会像犬一样吠叫和乱跳。

另外，据说犬神还会从人指尖的小孔出入，停留在人体弱的部位，引起原因不明的高烧。

福冈市博物馆藏



《百怪图卷·犬神》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏

元兴寺

每晚袭击寺院里的敲钟童子的鬼怪

出现在寺院里的鬼怪

位于奈良市的元兴寺历史悠久，有很多相关的传说收集在《日本灵异记》等故事集里。

其中最有名的，就是关于栖息在寺院敲钟堂的鬼怪元兴寺的故事。

这个恶鬼每晚都会出来，咬死寺院里的敲钟童子。寺院里有个曾被雷神授予神力的童子，趁妖怪出现在敲钟堂时，一把抓住它的头发。妖怪撇下头发和头皮逃跑了。童子沿着血迹一路追寻而去，最后来到埋葬那些生前作恶之人的墓地。

这个童子后来出家得度，被称为“道场法师”，在故乡建了一座同样名为“元兴寺”的寺院。

表示“妖怪”之意的幼儿语

根据柳田国男的观点，和“飞鼠”这个词语类似，“元兴寺”在日本各地还有多种不同叫法，而且是可以用来表示“妖怪”之意的幼儿语。当孩子不听话的时候，大人就会恐吓说：“元兴寺会来抓你的哦。”或是龇牙咧嘴地说一句：“元兴寺——”

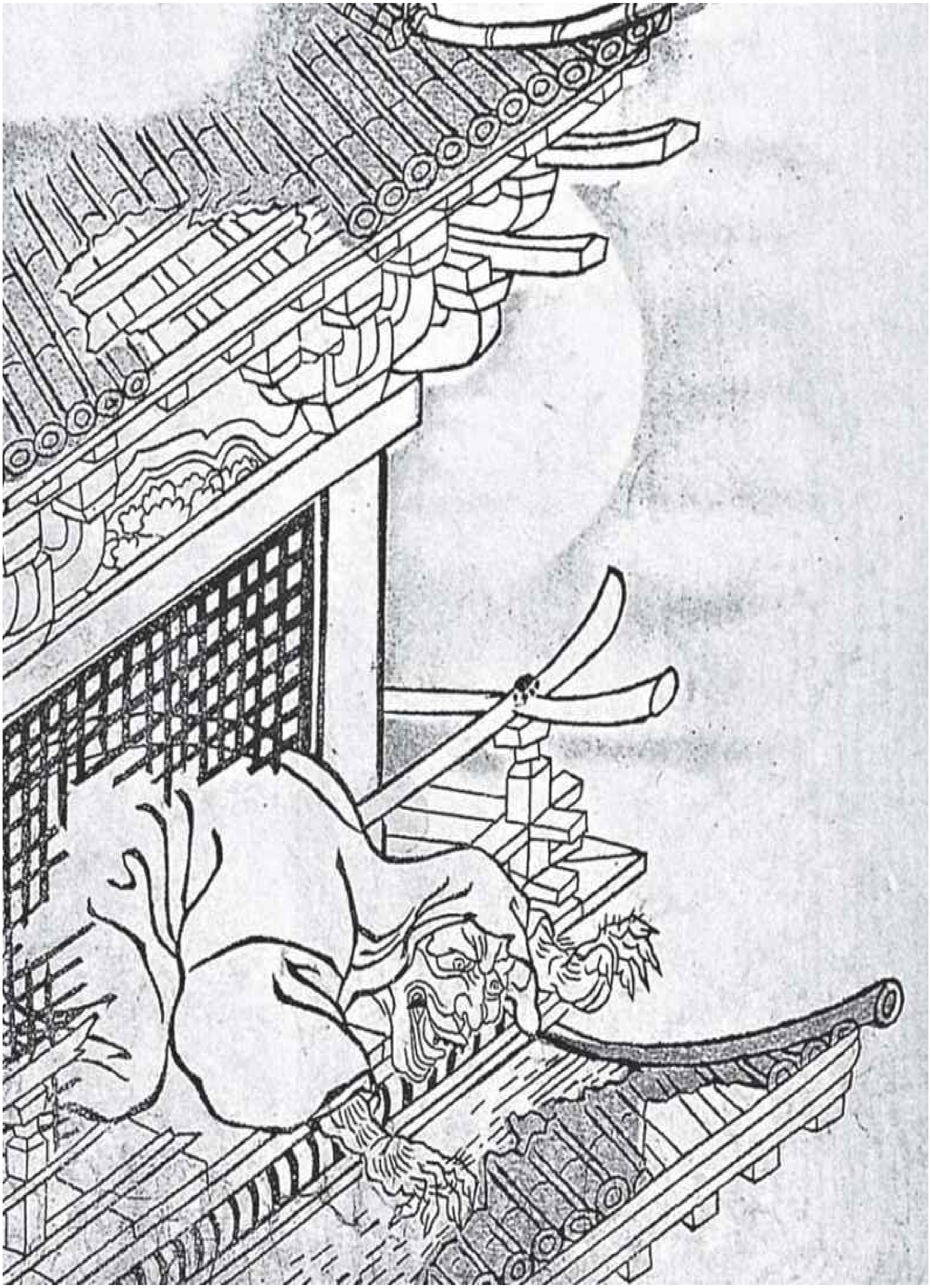
福冈市博物馆藏



《百怪图卷·元兴寺》

佐胁嵩之

福冈市博物馆藏



《画图百鬼夜行·元兴寺》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

座敷童子

孩童形象的家中守护神

遍布日本各地的座敷童子

孩童形象的妖怪座敷童子，主要出现在以岩手县为中心的东北地区的人家里。座敷童子在日本各地还有多种不同叫法。

座敷童子通常会出现在从以前传下来的宅院或仓房里，大多是两三岁到十岁的，剪着娃娃头的红脸孩童形象。

远野地区的座敷童子

最早向大众介绍座敷童子的是柳田国男。他在《远野物语》中记载了以下传说。

在远野地区的土渊村，某户人家的女儿平时要去很远的学校上学。这天放假回到家里时，在走廊上遇见男孩模样的座敷童子，不由大吃一惊。另外，在另一户人家里，母亲正独自做针线活，忽然听到隔壁房间传来沙沙声响。那是她丈夫的房间，但这个钟点丈夫应该外出不在家才对。她觉得很奇怪，打开房门一看，里面却空无一人。过了不一会儿，隔壁房间又传来擤鼻子的声音。这时她才意识到：原来是座敷童子呀。

据说，家里有座敷童子的话，就会富裕兴旺；但如果座敷童子走掉的话，家里就会逐渐衰落。

同村的有钱人山口家里从前就一直住着女童形象的神。有一次，村民们在桥边看见两个陌生的女孩子，就问道：“你们从哪里来？要到

哪里去？”女孩子回答：“从山口家里出来，要到邻村的人家里去。”村民们心想：山口家恐怕要家道中落了吧。

没过多久，山口家的二十多个人（连同用人在内）因为吃了毒蘑菇而全部中毒死掉了。从那之后，山口家就断绝了。而座敷童子后来去的邻村那户人家，则一直富裕兴旺。

在学校玩耍的座敷童子

远野乡人佐佐木喜善不仅向柳田国男讲述座敷童子的传说，自己也写过关于座敷童子在学校里玩耍的事。

土渊村的小学里，有一个座敷童子每天都会出来和一年级的学生一起玩耍。一年级学生能看得见他，但高年级的学生和大人们却看不见他。

另外，远野的旧粮仓改造成小学校舍之后，每天晚上九点，就会有一个穿着白色和服的六七岁小孩从大门门缝钻进来，在课桌和椅子之间穿行，玩得不亦乐乎。

座敷童子和护法童子

座敷童子被认为是住在家里，为家里带来繁荣兴旺的守护神。但为什么是以孩童形象出现呢？这是因为，日本自古以来就相信，孩童是连接“神”与“人”的存在。

在祭祀仪式中，那些穿有特别装束的童子——他们是作为神灵附体而出场的。而在佛教中，则信奉“护法童子”——守护佛法的神所使唤的孩童形象的鬼神。

佐佐木喜善还写过这样一个传说：从前，在高野山上有一个小和尚。老和尚每次外出时只要带上这个小和尚，无论遇到多大的暴风

雨，即使不打伞也不会被淋湿。

然而有一天，小和尚说道：“我睡觉的模样被大家看见了，所以不能再继续留在这里了。”临别之际，他说想要一棵杉树，然后就从这棵杉树升到天上去了。这棵杉树一直留存至今，而杉树所在的寺院也长年没有发生过火灾——这要归功于那个小和尚。人们认为，那个小和尚就是一位护法童子。



《〈雨月物语〉里出现的黄金精灵》

早稻田大学图书馆藏

一个小老头出现在青森县一家昌盛的武士府邸里。黄金精灵也被认为是座敷童子的原型

油坊·油赤子·油返

偷盗贵重灯油之人的亡灵

因为偷盗灯油而受罚，变成火球飞舞的亡灵

从前，人们在灯座或灯台上燃烧灯油，从而获得光亮。这灯油是从油菜籽、桐油树等植物或鱼类中提取制成的，十分贵重。所以，浪费灯油、偷盗灯油的行为被认为罪大恶极，偷油之人会受到惩罚而变成妖怪。

据说，在滋贺县，春夏之际会出现神秘之火——其真身被称为油坊，是从前因为偷盗灯油而受罚的比睿山僧人的亡灵。

在大阪府，下雨的晚上，也会出现到处飞舞的直径约三十厘米的火球。据说，这火球的来历是这样的：从前，有个老太婆每晚到附近的神社去，把供神灯里的油偷取回自己家里用。老太婆受到神罚而死之后，被神变成了火球，又被人们称为“姥火”。

据说，火球有时会突然从窗口飞进家里，舔几口灯座上的灯油，然后又飞走。舔尝灯油时会呈现出婴儿（赤子）的姿态，所以有的地区又把这种怪火称为“油赤子”。

表现为人的形象的灯油妖怪

日本东北地区有一种名叫油尝赤子的妖怪，不过并非表现为怪火。江户时代中期，有个抱着婴儿的女人迷路了，就在村长家中留宿。半夜，在被窝里熟睡的婴儿突然爬起来，把灯油一滴不剩地舔了个干净。天亮后，女人抱着婴儿出发了。走到半路，她放下婴儿休息时，那婴儿突然像皮球一样蹦起来，到处跳来跳去。

在新潟县，如果浪费灯油的话，一种名叫油返的妖怪就会出现。“油返”就是“把油还给我！”的意思。

在熊本县的天草地区，有一种提着油壶的名叫油澄的妖怪。这种妖怪也经常训诫人们不可浪费灯油。

《怪谈见闻实记》这本书记载了这样的传说：从前，有一个叫宗源的人因为偷油而被处死。他的怨恨化为一团烈火，然后又分散为三四团火飞到空中，最后又聚集成一团——这就是“宗源火”。这个传说演变成“油坊”的故事，在民间流传甚广，而且融入了人们的实际生活中。

兵库县也有类似的传说。昆阳池（据说是奈良时代的僧人行基挖建的）南边的墓地有怪火出来，然后飞向一个叫中山的地方。据说，这怪火是从前偷了中山寺灯油之人的亡灵，被称为油返。

另外，生前每天游手好闲、无所事事的人，死后其灵魂会变成“火间虫入道”，经常舔尝灯油，妨碍别人晚上工作。



《今昔百鬼拾遗·火间虫入道》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏



子
大津の八町ニ
玉の火飛行
あり土人云むかし
里に油をうるもの
毎夜大津辻の地蔵

《今昔画图续百鬼·油赤子》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

从前，在现在的滋贺县大津一带，有个偷地藏菩萨灯油的人，其死后的灵魂变成了会飞的火球。舔尝灯油的赤子也许就是这个人转世投胎而来

读绘卷

付丧神 器物妖怪们



《百器夜行绘卷·旧器物变成的妖怪》

兵库县立历史博物馆藏

从前和现在不一样，一到夜晚，就连京都也会变成黑暗而可怕的地方。人们相信，半夜的街道上有很多妖怪聚集在一起。

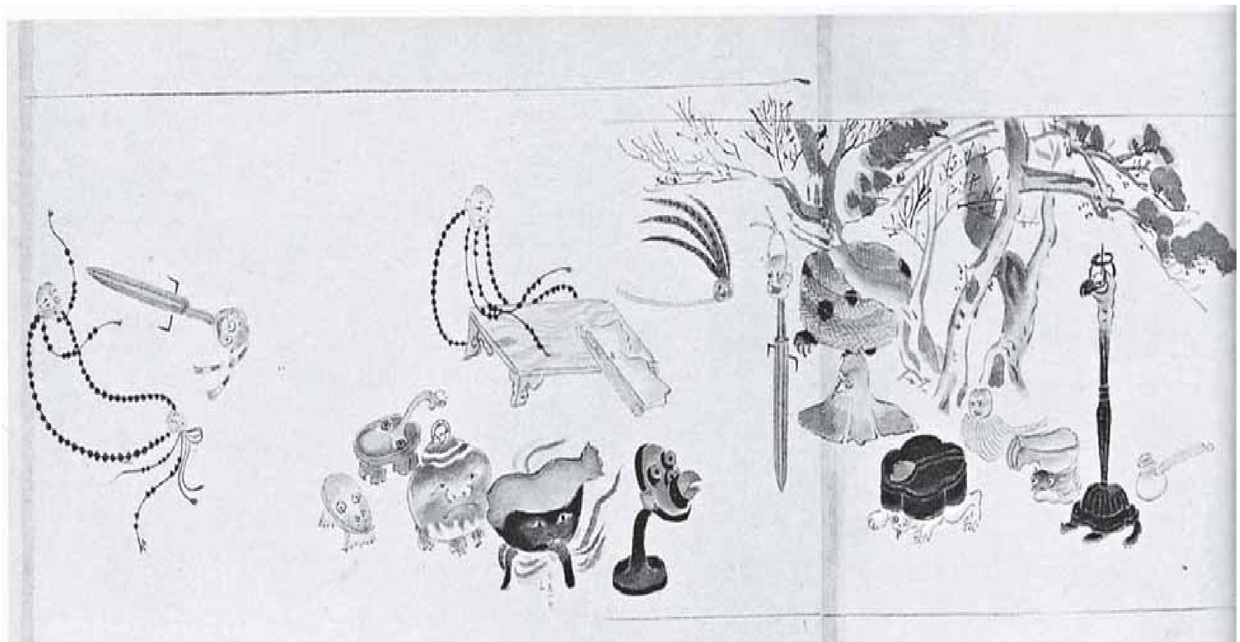
在平安时代，这种现象被称为百鬼夜行。人们害怕会碰见妖怪，所以晚上都躲在家里，尽量不外出。

镰仓时代的故事集《宇治拾遗物语》记载了这样一个传说。有个修行僧人在破旧的寺院里专心地诵念“陀罗尼咒语”，半夜时许多妖怪纷纷举着灯火聚集而来，然后在拂晓将至时又吵吵嚷嚷地离去了。

古人相信，所有的东西都有灵魂，就连人们制造的器物也不例外——这些器物经年累月变旧之后，灵魂的力量就会逐渐加强，使器物自身活动起来。人们使用了一百年的旧器物，以及虽然没使用这么

久，但被人们厌倦并丢弃的器物，会因为怨恨而变成妖怪，在黑暗的夜晚出来骗人。

这种器物妖怪被称为付丧神。从室町时代到江户时代，人们创作的很多物语和绘卷都表现了“器物妖怪在夜间的街道上结伴游行”的场面。



《付丧神绘词》

京都市立艺术大学艺术资料馆藏

在岁末大扫除时被扔掉的旧器物们，对忘恩负义的人们怀恨在心，变成妖怪进行报复。为此，它们围着书案“古文先生”商量对策

创作于室町时代的《付丧神绘卷》描绘了这样的内容。许多在岁末大扫除时被扔到路边的旧器物变成了付丧神，它们在各个路口聚集，抢夺人或财物，给村民们造成很大的困扰。后来在高僧的教导下，这些付丧神认识到了自己的恶行并悔过自新，不断修行佛教，最终得道成佛。

同时期创作的《百鬼夜行绘卷》则精彩细致地描绘了《付丧神绘卷》中的器物妖怪结伴游行的场面——追赶头披白布的妖怪的赤鬼，白狐、犀牛等奇妙的兽类妖怪，石灯笼妖怪，染黑牙齿的丑陋女妖

怪，锅、釜、炉上支锅的三脚架、擂杵、勺子等厨房器具，经卷……各种奇幻的器物妖怪一边跳舞一边游行，被描绘得活灵活现。在绘卷最后，随着明亮的太阳升起，妖怪们在黑暗中的游行宣告结束。



《百器夜行绘卷·灯台、擂钵、笸箩、天狗等妖怪》

兵库县立历史博物馆藏



《百器夜行绘卷·裤裙、腰带、角盥、木桶变成的妖怪》

兵库县立历史博物馆藏

到了江户时代，阅读“草双纸”[1]成了人们的娱乐方式之一。其中，《百鬼夜行绘卷》等描绘器物妖怪的画大受欢迎。

“器物旧了就会变成妖怪”的这种观念，不仅在江户等城市流行，而且还传到了其他地区。人们为了安抚器物的灵魂，每到正月时，就会举行各种器物的辞旧迎新仪式，例如：给石臼拉上注连绳[2]，并供奉年糕。其意义在于：通过祭拜器物，使器物的灵魂每年都能获得重生。

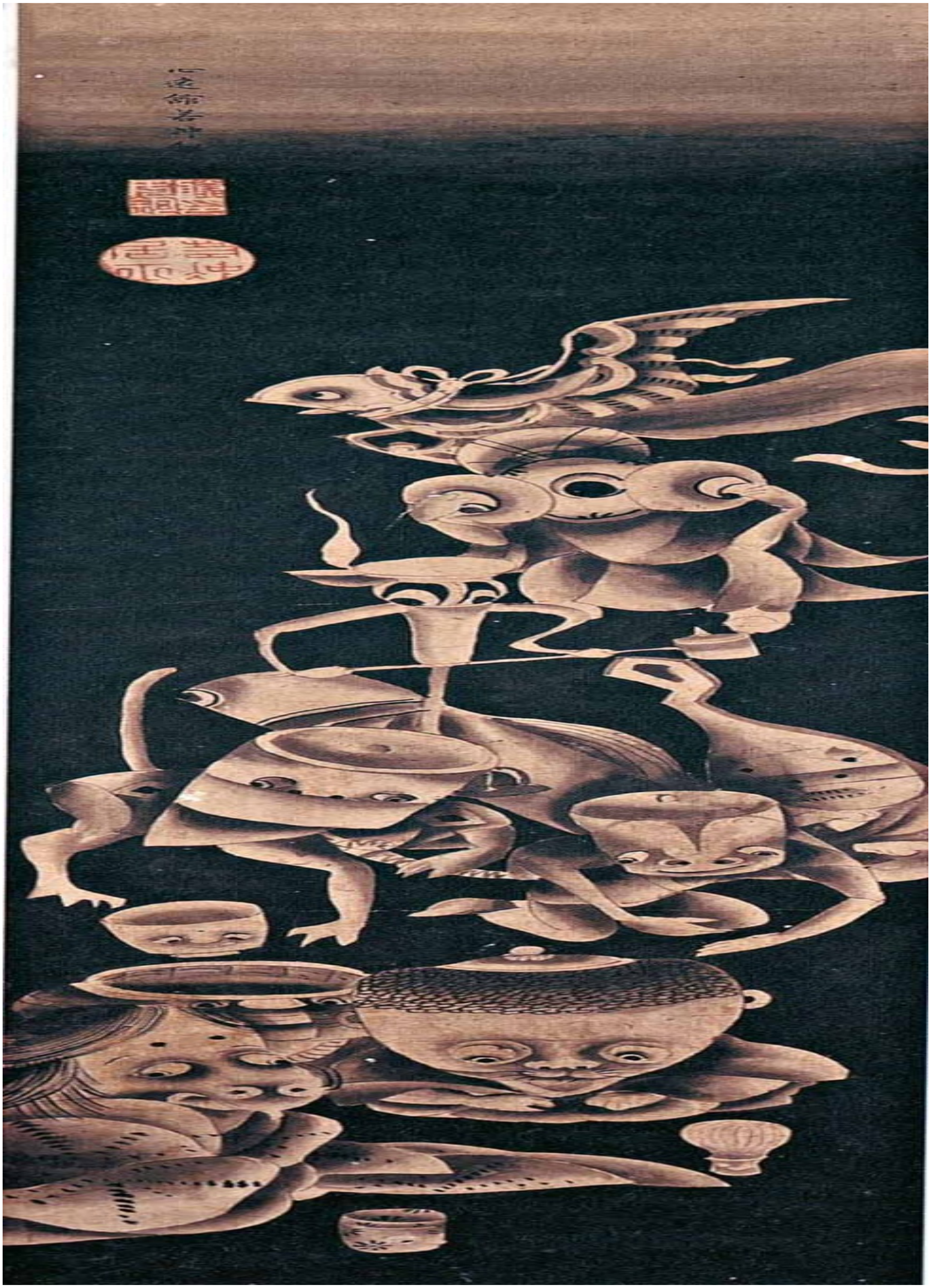


《百器夜行图》

月冈芳年

川崎市市民美术馆藏

达摩、杯子、琵琶、三味线、陶瓷器等各种妖怪



《付丧神图》

伊藤若冲

福冈市博物馆藏

器物妖怪们

①文车妖妃

文车的妖怪。所谓“文车”，是用来搬运书和信件的工具。学者与和尚写的书，时隔日久之后，有时会被忽视，被误读。更何况是那些倾注了热切思念的情书，被丢弃之后，时间一久就会变成这种妖怪。

②琴古主

古筝的妖怪。从前曾经名声远扬的古筝能手——八桥检校演奏的《筑紫琴》，后人只知其名，却不知其音。为了倾诉自己的怨恨，古筝化为妖怪现身。

③蓑草鞋

蓑衣和草鞋的妖怪。蓑衣和草鞋都是用容易腐烂的稻草做成的，因此没过五十年、一百年就会变成妖怪。这种妖怪似乎有些悲情色彩。

④濑户大将

陶瓷器[3]的妖怪。破烂的陶瓷器集合起来，变成武士形象的妖怪——脸是酒壶，背上背着烫酒锅，铠甲是绘有图案且带有裂纹的碟子和大碗，脚是勺子。



①文车妖妃

《百鬼徒然袋》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

琴古主（ことふるぬし）

八橋とかいへる瞽しやのしらべをわたしたまひしより つくし琴ハ名のミにして その音いろをきゝしれる人もまれなりければ そのうらみをしらせんとてかゝる姿をあらはしけんと 夢心におもひぬ



②琴古主

《百鬼徒然袋》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏


蓑草鞋

③蓑草鞋

《百鬼徒然袋》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

⑤木鱼达摩

木鱼的妖怪。木鱼原本是模仿鱼的形状而做成的。因为鱼没有眼睑，所以被认为无论昼夜都不睡觉。敲木鱼具有鞭策修行僧人努力精进的意义。木鱼达摩，是被扔在禅寺地板上无人理睬的木鱼变成的妖怪。


瀬戸大将

④濑户大将

《百鬼徒然袋》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

木魚達磨

抹香木魚容をなして
禅家ふだんの仏具
なれバかゝるすがたも
ありぬべし払子守と
おなじきゆめを夢のうちにおもひぬ



⑤木鱼达摩

《百鬼徒然袋》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

注释：

[1]草双纸：江户时代中期之后开始流行的通俗绘本小说。

[2]注连绳：用稻草编制的双股草绳，寓意是“分界线”，将神圣的场所与其他区域分开。

[3]陶瓷器在日语中叫“濑户物”，因此陶瓷器妖怪被称为“濑户大将”。

垢尝·天井尝

舔尝浴室污垢或天花板的肮脏妖怪



肮脏的妖怪

垢尝是一种舔尝污垢的妖怪。当夜深人静时，它会出来舔尝浴盆或浴室的污垢。

这种妖怪令人觉得恶心。为了防止它跑到家里来，人们平时会把浴室和浴盆洗干净。没有人见过这种妖怪的样子，从“垢”字可以想象大概长着红脸吧[1]。很多灰尘和污垢不断堆积起来，就变成了这种妖怪。



《画图百鬼夜行·垢尝》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏


天井嘗
天井の高ハ燈くらくして冬さむし
これ家さくの故のみにもあらず
まつたく此怪のなすわざなりと
ゆめのうちにおもひぬ

《画图百器徒然袋·天井尝》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

怪物栖息在阁楼上

天井尝[2]是高个子、长舌头的妖怪，在没人的时候出来，伸出长舌头舔尝天花板。据说，天花板上的斑痕污垢，就是这种妖怪舔尝而形成的。即使点着灯火，天花板也仍然有些昏暗，据说这也是这种妖怪造成的。

阁楼这个地方，虽然也属于家中的一部分，却和房间、走廊大不一样。它被认为是怪物们所在的异界空间。很多故事都有类似的情节：阁楼上横七竖八地堆积着许多被鬼咬死的尸体；鬼躲藏在阁楼上，突然跳出来……

悬挂在天花板下方的妖怪叫作天井下。日语中有个现在比较少用的惯用语，叫“展示天花板”——当向别人展示天花板时，对方只得仰面倒下。因此，用这个惯用语来表示故意为难别人，让人吃苦头。

天井下

茨木童子ハ綱が伯母と化して破風をやぶりて出

妖怪ハ美人にあらずして天井より蒼世俗の諺ニ



《今昔画图续百鬼·天井下》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

注释：

[1]在日语中，“垢”字和“赤”字发音相同。

[2]在日语中，“天井”表示天花板、棚顶、阁楼的意思。

枕返

在人睡觉时，故意玩移动枕头的恶作剧的妖怪

人睡醒后发现枕头移动了

早上起床一看，有时会发现枕头的位置和睡前反了过来，或是跑到别处去了。如今这通常被认为是由于睡觉不踏实，老动来动去，但以前的人们却认为是枕返这种妖怪之所为。

为什么枕头会移动呢？传说是在这房间死去之人的灵魂在搞恶作剧。

从前，旅馆里住着一个盲人旅客。他以为没人看见，就把身上带着的钱拿出来数。旅馆主人在旁边看见这么多钱，就动了坏心思。

第二天一早，主人自告奋勇为盲人旅客带路，结果把他带到山里，猛扑上去，把钱全部抢走了。从此之后，盲人的灵魂潜入了这家旅馆，看到有谁在这个房间住宿就故意移动他的枕头。

在日本东北地区，人们认为枕返现象是座敷童子之所为。座敷童子是住在家里、为家里带来繁荣兴旺的守护神。当地人认为，既然是守护神的恶作剧，那么枕返就根本不可怕，或者反而是幸运来临的预兆吧。

美女形象的枕返

美女形象的枕返，有时候被认为是发生坏事的前兆。

在石川县金泽地区的一座宅院里，某天晚上，五个在此留宿的年轻人点着灯火，躺着聊天。聊到兴头上时，枕返出现了。虽然大家都处于清醒状态，却发现每个人的头和脚的位置都颠倒过来了。

后来，又有一个男人在这座宅院留宿，挂起蚊帐睡觉。半夜里，有个美女打开拉门，偷偷地走了进来。她在蚊帐外面量了一会儿蚊帐的尺寸，然后又关上拉门走掉了——这蚊帐起到了设置禁区、防止妖怪进入的作用，所以睡在里面的人才安然无恙。

美女形象的枕返有时还会夺人性命。有个仆人在宅院前看见美女枕返对着自己笑，然后他就昏迷过去并患上重病，不久就死掉了。


まくらかへし

《画图百鬼夜行·反枕》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

恙虫·吉六虫·常元虫·菊虫

死者灵魂变成了虫的妖怪

吸人鲜血的恙虫

从前，在齐明天皇的时代（七世纪中期），一种叫恙的类似壁虱的虫子出现在岛根县一带的深山里。夜晚，恙虫潜入人们家里，吮吸睡着之人的鲜血。被吸血之后，有的人就死掉了。后来，阴阳博士消灭了这些恙虫。从那之后，人们就用“无恙”这个词语来表示平安无事的意思。

所谓“阴阳博士”，是日本古代政府机构“阴阳寮”的教官，专门研究古代中国的阴阳五行学说——该学说认为，世界万物都是在“阴阳五行”的法则下运行的。

亡魂变成虫妖

死人的灵魂有时会变成虫妖现身。江户时代，栃木县一带住着一个名叫吉六的男人。吉六经常被邻居六兵卫瞧不起，因此怀恨在心。有一天，吉六把六兵卫杀死了，自己也被关进监狱处死。吉六的灵魂后来变成“吉六虫”出来恐吓人。

还有另外一个传说。有个武士后来变成恶棍，到日本各地胡作非为。上了年纪之后，他回到了故乡滋贺县，但仍然作恶多端。后来，在大家的劝说下，他削发为僧，改名为“常元”，开始好好过日子。然而，他因为从前犯下的罪行而被官府捉住，被捆绑在柿子树上处以死刑。其尸体就埋在那棵柿子树下。

过了几天，当地出现了许多怪虫。这种怪虫的形态很像一个被捆住的人。然后，怪虫又变成青蛙跳走了。此后每年都会出现这种怪虫。人们认为这就是常元的亡灵，所以将其命名为“常元虫”。

死亡女性的亡灵

奈良县和大阪府的分界处——“穴虫”这个地方，住着一个名叫木熊的女人。她因为偷盗邻村马场村的萝卜而被村民抓住。为了表示惩戒，村民们把她埋进土里，只露出头部。她说道：“我死之后会变成虫子，把你们村里的萝卜全部咬烂。”说完就断气了。从那以后，马场村的萝卜经常长虫子，收成很差。人们把这种虫子称为“木熊虫”。

还有另一个传说。当地有个名叫阿菊的十五岁姑娘，因为家里穷，不得不背着重重的货物，走街串巷地卖梳子。然而，梳子很难卖出去，连米都没钱买了。有一天，阿菊心怀内疚地偷偷溜进粮仓，想偷点米回去做一顿饭。结果被看守发现了。阿菊跳进小河里躲藏起来，但最终还是被看守刺死了。从那之后，每当插秧时节，那条小河里就会出现很多形似梳子的小虫。人们把这种小虫称为“菊虫”。

兵库县姬路城附近出现的“菊虫”，来历却不同。正如《播州皿屋敷》这个有名的怪谈所述，用人阿菊打烂了主人的祖传宝贝碟子，结果被杀死了。后来从井里飞出许多虫子，其形状就跟被反绑双手吊起来的阿菊一样，所以被认为是阿菊的亡灵。

恙虫

むかしつゝがといへる
むしありて人を
さし殺しけるとぞ
されば今の世にても
つゝがなき事をつゝが
なしといふ　下学集
にくはしく見えたり



《绘本百物语·恙虫》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏



《绘本百物语·菊虫》

竹原春泉

川崎市市民美术馆藏

打烂主人碟子的阿菊之亡灵

钱神·金灵

从天而降的金银

傍晚时分，像薄云一样的东西笼罩下来，发出奇妙的声音，沿着民房的屋檐下奔走。如果你用刀砍断它的话，就会有很多钱财掉下来。这种罕见的妖怪被称为钱神，在《古今百物语评判》里有记载。

另一种叫金灵的妖怪与此类似。某日，仓库的门突然打开，不知从哪里涌进许多金银财宝。


金霊
金霊ハ金気なり
唐詩ニ不貪夜識金銀
気といへり又論語にも
富貴在天とみえたり人善をなせ
ば天より福をあたふる
必然の理なり

《今昔画图续百鬼·金灵》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

长壁

居住在姬路城天守阁的老太婆

这种妖怪居住在兵库县姬路城的天守阁顶上，每年一次以老太婆的姿态出现在城主面前，但其他人是看不见的。据说，它本来是天守阁建成时的山神，也被认为是城楼的守护神。

其真身是一只名叫“于佐贺部狐”的狐狸。传说，它曾派出手下的八百只狐狸去读取人心，作怪骗人。



《妖怪着到牒·长壁》

北尾政美

东京都立中央图书馆特别文库室藏


長壁
長壁ハ古城にすむ
妖怪なり 姫路に
さかべ赤手拭とよ
童もよく
しる所なり

《今昔画图续百鬼·长壁》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

加牟波理入道

出现在厕所的光头妖怪

加牟波理入道是出现在厕所的光头妖怪。据说，人们只要在除夕之夜到厕所诵念一句“加牟波理入道，布谷鸟”，就能防止这妖怪出来。

布谷鸟又叫“郭公”，而“郭公”与中国的厕所之神“郭登”发音相近，所以才会在厕所念这句咒语。不过，有另一种说法认为在厕所听到布谷鸟的叫声是不吉利的。



加牟波理入道

厠にゆきてがんばり入道郭公と唱ふれば妖怪を見ざるよし

所也もろこしにては厠神の名を郭登といへりこれ遊

将軍とて人に禍福をあたふと云郭登郭公

同日の談なるべし

《今昔画图续百鬼·加牟波理入道》

鸟山石燕

日本东北大学附属图书馆藏

毛羽毛现

很少有机会见到的毛茸茸的妖怪

毛羽毛现这种妖怪浑身长毛，眼睛圆溜溜的。中国古代有个仙人名叫“毛女”，浑身毛茸茸的，疾走如飞。据说，“毛羽”就是因为与“毛女”相似才叫这个名字。因为这种妖怪很少有，也很少有机会见到，所以其名称又可写成“希有希见”[1]。


毛女の

《今昔百鬼拾遗·毛羽毛现》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

注释：

[1]通“稀有稀见”。在日语中，“希有希见”与“毛羽毛现”发音相同。

目竞

千万个骷髅头的眼睛瞪着平清盛

平安时代末期，平清盛不顾朝臣们的反对，把都城迁到了今兵库县神户市的福原一带。结果发生了各种异常现象，例如：有时出现女人的大脑袋，有时则出现许多骷髅头。平清盛入睡时，梦见眼前出现了两个骷髅头，然后增加到十个、二十个、成百上千个，最后变成千万个，全部瞪着他。平清盛也不甘示弱，瞪大眼睛与其对视。不久骷髅头就消失了。《平家物语》里面记载了这个传说。



《新形三十六怪撰·平清盛在福原看见数百个人头之图·目竞》

月冈芳年

静冈县立中央图书馆藏

古库里婆

栖息在山寺厨房的老太婆妖怪

在某座山寺，第七代前住持的妻子的灵魂栖息在厨房里，偷取人们布施的米和钱，甚至把刚死之人的皮剥下来吃掉，非常可怕。“古库里婆”的“库里”，就是寺院厨房的意思。



《今昔百鬼拾遗·古库里婆》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

面疠鬼

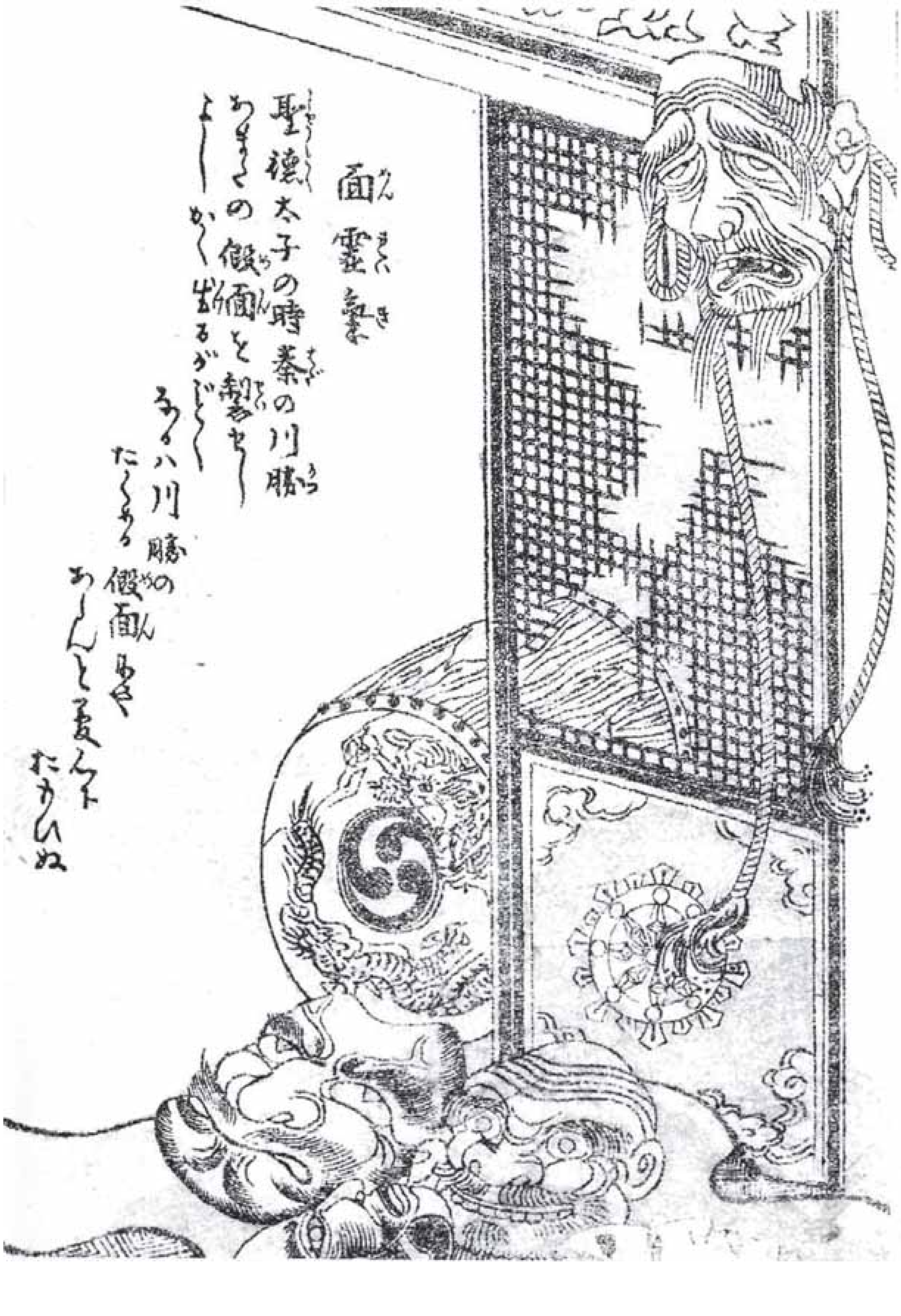
旧面具变成的妖怪

从前，有个人去探望年迈的母亲。到晚上时，不知从哪里走出来一个头发凌乱、身穿蓝色和服加藏青色围裙的女人。问她名字，她不回答，转身逃走，随即渐渐消失了。

这人觉得奇怪，到处查找原因，最后发现了一个旧面具。他知道这才是妖怪之本体，于是就把它拿到村里的神社去供养。后来就平安无事了。

面霊気

聖徳太子の時秦の川勝
あまたの仮面を製せし
よしかく出るがごとく
あるハ川勝の仮面なるや
たくみの
ありしと夢心に
おもひぬ



《百鬼徒然袋·面灵气》

鸟山石燕

日本国立国会图书馆藏

小袖之手

和服上残留着原主人的怨恨

江户时代初期的京都，有个人从估衣铺里买了一套旧和服，拿回家给女儿穿。结果没过多久女儿就生病了。后来又接二连三地发生了各种奇异现象，例如：有个穿着那套和服的陌生女人站在家门前，随即又立刻消失；那套和服挂起来时，从袖口伸出了女人的白皙的手……他仔细查看和服，发现肩头处有斜砍的刀痕，不过被缝补好了。他猜想：这套和服的原主人应该是被刀砍死了，现在这和服上还残留着她的怨恨吧。于是，他就把和服拿到寺院去供养。后来，他女儿的病也很快痊愈了。

二口女

用两张嘴巴吃饭

有一位母亲，只疼爱自己的亲生孩子，对丈夫前妻的孩子却很刻薄，甚至不给他饭吃。那孩子就这样饿死了。

孩子死后的第四十九日，父亲砍柴时误伤了妻子的头部。这伤口一直都没愈合，后来竟变成嘴唇的形状，并长出牙齿和舌头，令她疼痛不堪。她发现给这张“嘴巴”喂饭的话能缓解疼痛，于是就每天“喂饭”，仿佛用两张嘴巴吃饭一样。这张嘴巴还说出了这么一句话：“因为我的坏心眼，把丈夫前妻的孩子害死了。”



《绘本百物语·二口女》

竹原春泉

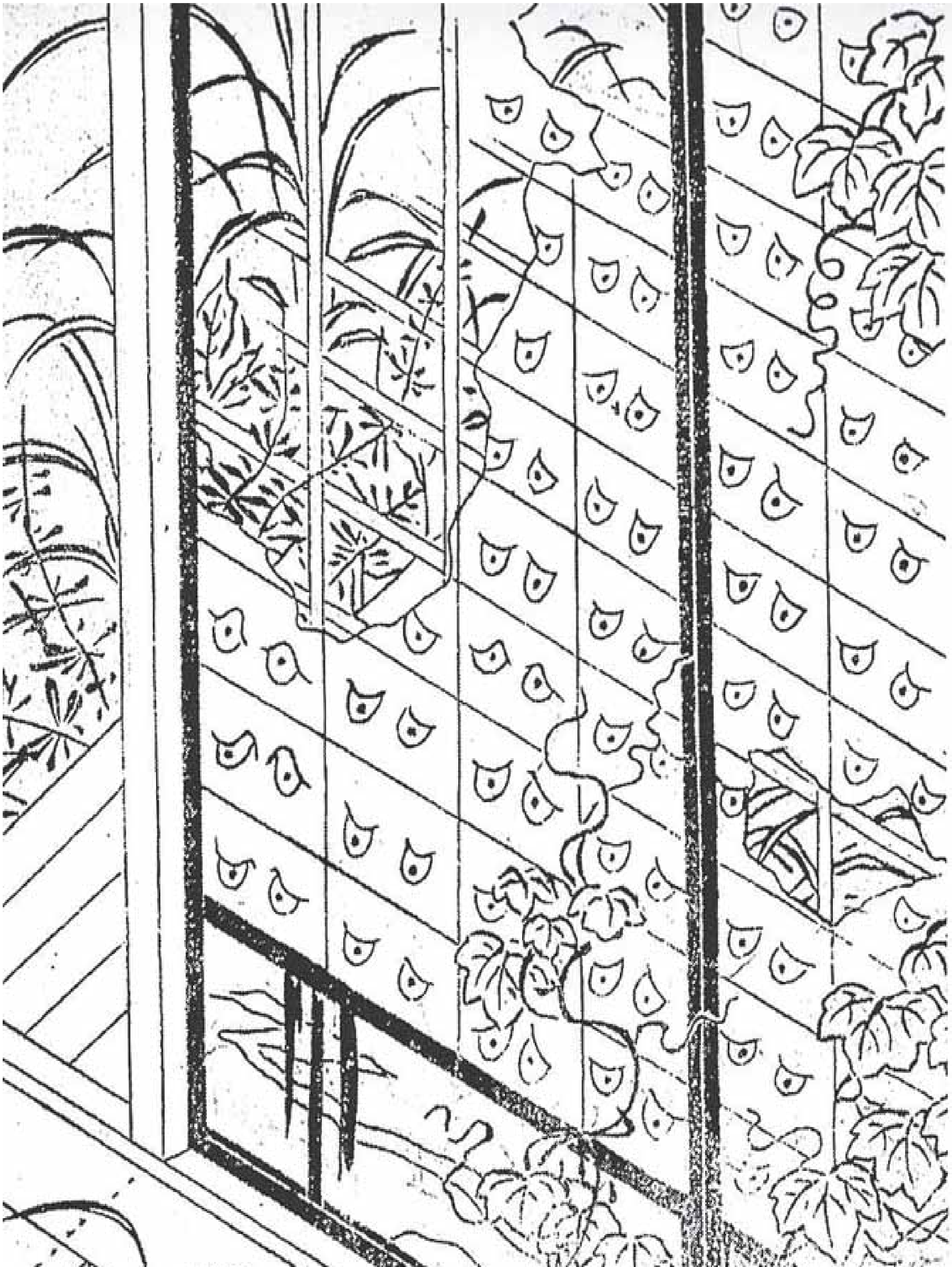
川崎市市民美术馆藏

目目连

拉门上出现的许多眼睛

无人居住的荒废房屋的拉门上，出现了许多眼睛。这旧房子的原主人可能是个爱下围棋之人。

围棋这种游戏，是在纵横划线的棋盘上轮流下黑子白子，最后看谁围的地多。这种游戏是很容易让人上瘾的，甚至有人劝诫说："沉迷围棋的话，就赶不上给父母送终啦。"目目连这种妖怪，大概是沉迷围棋而导致家道中落之人的眼睛转移到拉门上而变成的吧。



《今昔百鬼拾遗·目目连》

鸟山石燕

川崎市市民美术馆藏

后记
现代还需要妖怪吗?

岩井宏实

从前人们觉得神秘的各种现象，在现代都能得到符合科学依据的解释。在这样的现代，妖怪仍然深受人们的喜爱和亲近。尤其是近二三十年，甚至可以说掀起了一股“妖怪热”。

人们对妖怪兴趣渐浓，是从日本经济迅速发展的昭和三十年代（1955—1964年）开始的。《恶魔君》《咯咯咯的鬼太郎》《河童三平》等动漫作品引起了少男少女们的共鸣。《咯咯咯的鬼太郎》的原型，其实是取材自从以前流传至今的座敷童子。另外，像一反木绵、涂壁等传统妖怪也登上了电视屏幕或动漫作品。

孩子们每天在学校上课，放学回家还要参加各种补习班或兴趣班，时间被安排得满满的，没有一点余裕。对这样的孩子们来说，妖怪能让他们感受到一种心灵的平静。妖怪是寄托梦想与浪漫的绝佳之物，因此，无论小孩还是大人，都乐在其中。

昭和五十四年（1979年），口裂女在全国出没的消息引起了轰动。其实，口裂女与传统的山姥形象有许多相似之处。

从平成时期（1989—2019年）起，“校园怪谈”开始在全国各地流行开来。《厕所的花子》就是其中的代表作。校园怪谈的舞台，除了厕所之外，还有保健室、音乐教室、体育馆等。相对于平时上课的教室来说，这些场所属于比较陌生的非日常空间，可以说是一种异界空间。这样的场所，也是传统的日本妖怪经常出现的地方。

其实，这些校园怪谈里的妖怪，并不会使孩子们真正感到恐惧或危险，而会让他们产生一种亲切感。通过怪谈故事，能够短暂地进入异次元的世界，使绷紧的心灵变得平静。并且不是独自一人看，而是几个好友，甚至全班大部分同学一起幻想、幻觉、幻听……由此，孩子们之间会产生一种连带感，促进相互之间的交流。


東京日々新聞
百四十五號
東京元柳原町に住居せる
梅村豊太郎といへる者。
明治六年
八月
轉々堂鈍々誌

《东京日日新闻》四百四十五期　落合芳几

日本国立国会图书馆藏

明治六年（1873年）八月四日出现了老狸变成的妖怪。即使在文明开化的时代，江户的妖怪们依然存在

在文化高度发展的现代，经常会遇到这种情况——即使自己竭尽全力，也无法成功，无法得到别人的认可。在这种时候，人们希望通过探索用常识无法解释的神秘世界来治愈精神上的痛苦。这个神秘世界就是妖怪的世界。可以说，现代正是一个需要“妖怪愿望”的时代。

主要参考书目

按照作者姓名发音的五十音音序排列

赤坂憲雄『異人論序説』砂子屋書房

悪魔研究会編『悪魔の研究』六興出版

アダム·カバット校注·編『江戸化物草紙』小学館

阿部主計『妖怪学入門』[雄山閣ブックス』雄山閣出版

阿部正路『日本の妖怪たち』[東書選書]東京書籍

阿部正路·千葉幹夫編『にっぽん妖怪地図』角川書店

有井 基『怨霊のふるさと——兵庫のミステリー』のしぎく文庫

安藤 操·清野文男『河童の系譜——われらが

愛する河童たち』日本エディタースクール出版部

池田弥三郎『日本の幽霊』中公文庫

池田弥三郎『空想動物園』コダマプレス社

悳俊彦編·解説、須永朝彦文『国芳 妖怪百景』国書刊行会

石上 堅『木の伝説』宝文館

石田英一郎『新版 河童駒引考』[岩波文庫]岩波書店

石川純一郎『河童火やろう』東出版、桜楓社

石川純一郎『新版 河童の世界』時事通信社

石川文一『琉球怪談選集』沖縄文教出版

石塚尊俊『日本の憑きもの——俗信は今も生きている』未来社

石橋臥波『鬼』裳華書房

磯清『民俗怪異篇』「日本民俗叢書」磯部甲陽堂

市原麟一郎『土佐の怪談』一声社

市原麟一郎『土佐の妖怪』一声社

乾克己ほか編『日本伝奇伝説大事典』角川書店

井上円了『井上円了·妖怪学全集』（全六巻）柏書房

井之口章次『日本の俗信』弘文堂

岩井宏實『暮しの中の妖怪たち』[河出文庫]河出書房新社

岩井宏實文、川端誠絵『少年少女版 日本妖怪図鑑』文化出版局

岩井宏實文、川端誠絵『少年少女版 日本妖怪ばなし』文化出版局

岩井宏實監修、近藤雅樹編『図説 日本の妖怪』[ふくろうの本]河出書房新社

江戸イラスト刊行会編『人物妖怪』柏書房

江馬務『日本妖怪変化史』[中公文庫]中央公論新社

岡田章雄『犬と猫』毎日新聞社

岡田建文『動物界霊異誌』「郷土研究社第二叢書」郷土研究社

岡田建文『幽冥界研究資料1·2』周防国宮市天行居

岡田建文『靈怪真話』慈雨書洞

尾崎久弥編『怪奇草雙紙画譜』国際文献刊行会

笠井新也『阿波の狸の話』郷土研究社、『日本

民俗誌大系 第3巻』角川書店

粕 三平『お化け図絵』芳賀書店

神田左京『不知火·人魂·狐火』春陽堂

京極夏彦ほか文、多田克己編『竹原春泉 絵本

百物語——桃山人夜話』国書刊行会

京極夏彦文、多田克己編·解脱『暁斎 妖怪百景』国書刊行会

窪田明治『江戸動物民話物語』雄山閣

桑田忠親ほか編『妖異風俗』「講座日本風俗史別巻第6巻」雄山閣

小松和彦『異人論』青土社

小松和彦『日本妖怪異聞録』[小学館ライブラリー]小学館

小松和彦『憑霊信仰論——妖怪研究への試み』

[講談社学術文庫]講談社

小松和彦『妖怪学新考——妖怪からみる日本人の心』小学館

小松和彦·内藤正敏『鬼がつくった国·日本』光文社

五来重『鬼むかし——昔話の世界』[角川選書]角川書店

近藤喜博『日本の鬼』桜楓社

今野圓輔『怪談——民俗学の立場から』現代教養文庫

今野圓輔『日本怪談集（幽靈篇）』現代教養文庫

今野圓輔『日本怪談集（妖怪篇）』[現代教養文庫]社会思想社

桜井徳太郎ほか『変身』「ふおるく叢書」弘文堂

佐々木喜善『奥州のザシキワラシの話』「日本

民俗誌大系 第9巻」角川書店

佐竹昭広『酒呑童子異聞』平凡社

佐藤米司編『岡山の怪談』日本文教出版

沢田瑞穂『鬼趣談義』国書刊行会

柴田宵曲『妖異博物館 正·続』青蛙房

柴田宵曲編『随筆辞典 第4巻奇談異聞編』東京堂

白井光太郎『植物妖異考 上·下』甲寅叢書刊行所

真保亨·金子桂三編『妖怪絵巻』毎日新聞社

関山守弥『日本の海の幽霊·妖怪』学習研究社

高田 衛『餓鬼の思想』新読書社

高田 衛監修、稲田篤信·田中直日編『鳥山石燕 画図百鬼夜行』国書刊行会

高橋秀雄·小山豊『祭礼行事·和歌山県』おうふう

武田明編『日本の化かし話百選』三省堂プックス

武田静澄『河童·天狗·妖怪』河出書房

只腰宏子『間関記』太洋社

田中香涯『医事雑考·妖異変』鳳鳴堂書店

田中香涯『学術上より観たる怪談奇語』

田中貴子ほか『図説 百鬼夜行絵巻をよむ』[ふくろうの本]河出書房新社

田中初夫編『図画百鬼夜行』渡辺書店

谷川健一『鍛冶屋の母』思索社

谷川健一『神·人間·動物』平凡社

谷川健一『続日本の地名』岩波新書

谷川健一『魔の系譜』紀伊國屋書店

谷川健一監修『別冊太陽No.57日本の妖怪』平凡社

谷川健一編『子供の民俗誌』『日本民俗文化資料集成24』三一書房

谷川健一編『妖怪（日本民俗文化資料集成8）』三一書房

谷川健一編著『稲生物怪録絵巻——江戸妖怪図録』ミネルヴァ書房

千切光歳『鬼の研究』大陸書房

千切光歳『仙人の研究』大陸書房

千切光歳『天狗考 上』濤書房

千切光歳『天狗の研究』大陸書房

知里真志保『アイヌ民譚集』岩波文庫

千葉幹夫『妖怪ふしぎ物語』[ローカスなるほどシリーズ]ローカス

千葉幹夫編『全国妖怪事典』[小学館ライブラリー]小学館

常光徹『学校の怪談』ミネルヴァ書房

常光徹編『妖怪変化』[ちくま新書]筑摩書房

中村禎里『河童の日本史』日本エディタースクール出版部

中村義雄『魔よけとまじない』塙書房

西角井正大『伝統芸能シリーズ4 民俗芸能』ぎょうせい

芳賀日出男『日本の民俗 上 祭りと芸能』クレオ

馬場あき子『鬼の研究』三一書房

早川孝太郎『猪·鹿·狸』郷土研究社、角川文庫、「世界教養全集 第21巻」平凡社

日野 巌『趣味研究·動物妖怪譚』養賢堂

日野 巌『植物怪異伝説新考』有明書房

平野威馬雄『井上円了妖怪講義』リブロポート

福田清人『日本の妖精たち』三省堂らいぶらりい

藤沢衛彦『図説日本民俗学全集 第4巻民間信仰·妖怪編』あかね書房

藤沢衛彦『妖怪画談集 日本篇上·下』中央美術社

松谷みよ子『河童·天狗·神かくし』「現代民話考1」立風書房

水木しげる『不思議旅行』中公文庫

水木しげる『水木しげるの続妖怪事典』東京堂出版

水木しげる『水木しげるの妖怪事典』東京堂出版

水木しげる『水本しげるの妖怪文庫』（全四巻）[河出文庫]河出書房新社

水木しげる『妖怪クイズ百科じてん』小学館

水木しげる『妖怪入門』小学館

水木しげる『妖怪百物語』小学館

宮田登編『ふるさとの伝説4 鬼·妖怪』ぎょうせい

宮田登『妖怪の民俗学——日本の見えない空間』[同時代ライブラリー]岩波書店

宮本袈裟雄『天狗と修験者——山岳信仰とその周辺』人文書院

柳田国男監修『日本伝説名彙』日本放送出版協会

柳田国男監修『日本昔話名彙』日本放送出版協会

柳田国男『妖怪談義』『遠野物語』『一目小僧その他』ほか[『柳田国男全集』（筑摩書房）、『口

語訳 遠野物語』（河出書房新社）、角川文庫、ちくま文庫など]

山田野理夫編『怪談の世界』時事通信社

山田野理夫編『日本怪奇集成』全2巻、宝文館

山中 登『かっぱ物語』河出書房

湯本豪一編『明治妖怪新聞』柏書房

吉川観方編『絵画に見えたる妖怪』〔正篇〕美術図書出版、〔続篇〕洛東書院

吉田敦彦『昔話の考古学――山姥と縄文の女神』[中公新書]中央公論新社

吉田禎吾『日本の憑きもの』中央公論社

吉野裕子『狐』法政大学出版局

ラフカディオ·ハーン『怪談』（平井呈一訳）岩波文庫

ラフカディオ·ハーン『怪談・奇談』（田代三千稔訳）角川文庫

若尾五雄『河童の荒魂――河童は渦巻である』堺屋図書

和田和文『ニライからきた人魚』（井口文秀絵）小峰書店

『妖怪の本』学習研究社

『特集 妖怪』『伝統と現代』第1巻第3号、1968、伝統と現代社

『変身』『伝統と現代』第7号、1971、伝統と現代社

『妖怪の本』『新評 臨時増刊』1974、新評社

「おばけと幽霊」『太陽』1975、平凡社

「ファンタジーの世界」『児童文芸 臨時増刊』1976、ぎょうせい

「絵本のなかの妖怪たち」『絵本』1976、すばる書房

「魔――その系譜と諸相」『フォクロア』第3号、1978、ジャパン・バブリッシャーズ

「怪異思想研究」『歴史公論』4巻8号、1981、雄山閣

「妖怪学入門」『ユリイカ』VOL68、1984.8、青土社

「妖怪」『季刊 自然と文化』1984秋季号、日本ナショナルトラスト


大脑通信员
认识你的神经递质

版权信息

书名：大脑通信员：认识你的神经递质
作者：赵思家
出版社：湖南科学技术出版社
出版日期：2022-01-01
ISBN：9787571013653

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

前言
引言
本书使用指南
第一个问题：这本书里的内容是否值得信任？
第二个问题：论文引用（reference）怎么看？
第三个问题：哪些内容是重点，哪些可以跳过？
01 哦，是爱情的味道：大脑里的化学反应
02 大脑里的信使
大脑里的打工人
“神经细胞被激活”到底是指什么？
神经细胞之间是如何传递信息的？
并非谁都能成为神经递质
03 多巴胺
多巴胺的三大功能
多巴胺过多有什么不好？
巧克力是怎么和爱情扯上关系的？
多巴胺不是真正的快乐
多巴胺究竟是什么？
04 血清素
解忧杂货铺
睡意正浓
减肥不成功，你是不是“杜绝碳水化合物”了？
05 去甲肾上腺素
和肾上腺素不得不说的关系
为什么去甲肾上腺素会有两个不同的英语名字？
状态不好，撤退！
“聪明药”真的能让人变聪明吗？
去甲肾上腺素是怎么控制觉醒状态的呢？
去甲肾上腺素究竟是什么？

06 乙酰胆碱
不能不说的尼古丁
用“恶魔的呼吸”来控制他人
你真的了解阿尔茨海默病吗？
乙酰胆碱究竟是什么？
07 谷氨酸
不被接受的历史
“最古老”的神经递质
神经递质也讲究“阴阳两仪”
记忆：我很忙
“金发姑娘原则”
08 GABA
大脑的“阴”
借酒消愁：为什么微醺时人感到放松？
补充GABA就能抗焦虑？
09 内啡肽
大脑自产自销的止疼药
为什么运动后会感到很爽？
10 一花独放不是春——睡眠
“醒着”可没你想得那么简单
来！跟着脑电波的节奏
原来睡眠那么“复杂”
“坐白班”的神经递质
得丘脑者，得睡眠
神经递质的“封神榜”：科学史盘点
后记

献给

马克和如饴

以及

好奇的你

前言

世多似是而非，虚伪类真。

——汉·王充《论衡·死伪》

“多巴胺是快乐物质。”每次听到这句话我都忍不住在心中翻白眼。

要是它真是快乐物质，为什么现在世界上还有这么多不快乐的人？

要真这么简单，为什么治疗抑郁症那么麻烦？

说到抑郁症，和它最相关的其实还不是多巴胺，而是另一个叫血清素的东西，血清素在大脑里负责解忧。绝大多数科普文章，写到这里就基本结束了。

连我写科普文也逐渐习惯这样的“套路”：一旦抛出“多巴胺”“血清素”这样略有些专业性的词，就说明已经到达全文的高潮。这时读者的好奇心刚刚好被满足，且因为收获了新知识而有了成就感，又不会觉得内容很晦涩。最好就此打住。

这样真是省力。但可能因为我不靠科普吃饭，所以这样做，我敷衍的对象不仅是读者，还有我自己。如果只是想传递这样“省力”的科普知识，如果只是让人看了之后能在餐桌上吹吹牛，那为什么需要我来写呢？以科普为生的畅销书作者多了去了，我又何必去费这个劲呢？

亲爱的读者，你又是为什么要看科普呢？为什么不拿这份时间去看本小说、看部电影，和喜欢的人出去喝一杯呢？

自2016年10月《大脑使用指南》出版后，我就没有再动笔写过和科普相关的书。

其实前作卖得不差，但身边的前辈们——从出版社的编辑到演讲节目的导演——都告诉我，要输出观点，不要单纯地讲知识。明白是明白，但我难以妥协。

过去三年里，我恶补了不少科普书，从浅显的到比较专业的，从讲神经科学的到讲天文学的，几乎不“挑食”。有些畅销书确实很“套路”，但也有些真的超越了单纯的知识传递，给我带来了新的视角。

诚然，我开始看科普书，是因为我作为一个半吊子的科普作者想从前辈那里学习（甚至暗自与自己的前作比较），但越看我越觉得它真的有其他类型的作品没有的独特魅力。现在信息流庞大，观点很多，但识别观点的知识储备却很难与时俱进，因此人们很容易被信息流牵着鼻子走。相比容易传播和吸收的“输出观点”类的作品，科普书往往是“单纯地输出知识”。知识累积够了，读者自然而然就形成了自己的观点。啊，说到这里其实我也没忍住要输出观点。不过我的观点确实是如此：别人的观点要听，但也要多积累知识。知识多了，自然而然就不会被牵着鼻子走。

还有一种应对方式是不储备知识，有问题就上网查。现在中文网络上有很多神经科学方面的科普资料，查阅起来特别方便。因此，即使在一个完全和科学无关的聊天群里提到神经科学，也有不少人对其有所了解，甚至还会引起激烈的讨论。但我也注意到一个情况：越来越多的神经科学科普文章陷入了前面说到的“点到为止”的“套路”。其中的重灾区就是关于在开头提到的多巴胺、血清素这类脑内化学物质的文章。

我甚至在朋友圈里看到有人分享某保健品，说里面含有去甲肾上腺素、乙酰胆碱和谷氨酸，吃了就能让人学习突飞猛进，因为去甲肾上腺素帮助大脑集中注意力，乙酰胆碱负责学习，而谷氨酸则负责记忆，所以补了这三种化学物质，就能在注意力、学习能力和记忆力上更上一层楼。这种半真半假的内容最能忽悠人，因为大多数人最多去查一下这三种化学物质是不是真的跟大脑有关系，然后只要查到它们对大脑没坏处，就买来试试。

似是而非最为危险。

上面提到的这些化学物质，其实都是神经递质（neurotransmitter）。它被称为神经细胞之间交流的信使。

可能你会对这个词一时不适应，反而更习惯它在科普文中常见的叫法——大脑激素。毕竟激素谁都听说过嘛。但等看完了这本书——说不定只需要看完这一节——就自然而然能够明白为什么“神经递质”是一个恰当的名字了。

最常见的神经递质有七种：多巴胺、血清素、去甲肾上腺素、乙酰胆碱、谷氨酸、GABA（γ-氨基丁酸）和内啡肽。如果你平时偶尔会看与神经科学相关的科普文章，肯定会觉得这几个词似曾相识，但有可能记不清它们到底是什么。

在这本小书里，我想系统地——但比专业教材更加生活化地——解释一下什么是神经递质，将这七种最常见的神经递质一一捋清楚，并有机会再横向比较一下它们之间的关系。

大家上学的时候肯定都学过一点与神经递质有关的知识，但最多一两堂课的内容。这本书能够为大家提供比较专业的对神经递质的系统性概述，但在内容上会比教材或讲义对初学者友好一些。

如果你是学心理学的学生，或是有其他理科背景、对神经科学感兴趣的学生，也许会对这本书更有兴趣。另外，如果你对大脑或与其相关的疾病和现象感兴趣，平时偶尔会看和大脑研究有关的新闻和科普文章，相信这本书也会对你有所启发。

我会尽量用简单的语言，也保证不会带有“反正普通读者看不懂，我糊弄了事也可以”这样敷衍的态度，来写这本书。在正文第三章到第九章，每一章都会讲解到一种神经递质。它们基本是独立的，如果你觉得某一章的内容太深了，可以试着跳过那一段。如果你觉得有些地方讲得太复杂，或表述不清、存在错误，请在知乎上私信我。

随着神经科学的普及以及相关知识的产品化，会有越来越多的产品或服务打着“神经科学”的旗号来“割韭菜”。其实，现阶段神经科学的研究成果还远远不能够让你“变得更聪明”或者“记忆力更好”，希望在读完这本书之后，再看到对多巴胺、去甲肾上腺素功用的解释时，大家不会完全被牵着鼻子走。

当然，也不要被这本书牵着鼻子走哟。

赵思家

2019年9月22日清晨

于伦敦

引言

神经递质是一种存在于大脑里的化学物质，大脑里的细胞用它与其他细胞进行沟通和信息交换。没有神经递质，我们的记忆、快乐、欲望、学习能力等等都不可能以现在的形式存在。

许多疾病——比如阿尔茨海默病、帕金森病、多动症等等——都和各种神经递质有关。相关的药物，比如抗抑郁药、抗焦虑药、安眠药、“聪明药”，或是生活中常接触到的烟、酒、咖啡，其实都是通过影响神经递质来起作用的。

学神经科学已经学了十年了，我一直觉得神经递质是本专业中最难捋透的知识点。

之前我以为它的难点在于每一种神经递质都有各种功能，非常繁杂。不仅如此，各种神经递质还相互克制，相互作用。整个大脑里就像在上演一部家庭伦理剧，每种神经递质就像是这个复杂家庭里的一个人物。讲一个人物都够复杂了，更别说他们之间还有支线，相互牵制。不了解大舅和前妻那点事，你就不明白小姨妈为什么老喜欢穿红裙子，也不明白为什么大舅的儿子的女朋友长得和小姨妈那么相似——大概就这个意思。

最近我才意识到，不应该把神经递质当成家庭伦理剧中的人物来看，它们其实是“葫芦兄弟”。大脑里的七种神经递质，相当于七个葫芦娃，每个葫芦娃都神通广大。但如果一个一个轮流冲上去送死，那就完蛋了；只有七人齐心协力，才能够打败妖精，维护世界和平。类似地，大脑里的神经递质，各有各的技能，但没有一个是能够挑大梁的。大脑的许多疾病其实都是因为某一种神经递质出了问题，导致整个大脑系统不稳定。

而我们其实就是那个养葫芦的老汉。当然你可以做一名无知的老汉，全剧十三集都只知道仰着头喊“大娃！二娃！”，坐牢坐十二集，挨到全剧终。你也可以选择成为一名熟知葫芦娃们技能的军师型猛

男，把中国20世纪80年代的剪纸动画片中的“葫芦娃”发展成堪比漫威电影的“葫芦兄弟联盟”。当然这只是开开玩笑。只要真正地了解神经递质——不仅是知道它们的名字——我们就能够明白科技的边界在哪里，我们能对一种药抱有怎样的期待，可不可能会有一种药让人吃了就变聪明，再或者是科技创新板上又出来一个公司号称自己能改造大脑、突破极限时，我们能不能去相信。在可预见的未来内，这些技术的边界在哪里?

希望看了这本书后，你不用再等别人来科普，自己就有能力判断。

主要人物介绍

在赶稿的时候，我突然想到，如果大脑是一个游戏，那神经递质的人设是怎样的？这个脑洞一开，怎么也关不上了。

所以，请允许我隆重地介绍我的“纸片人”们：如果神经递质是人，他们该是怎样的？



我的发现者是瑞典人。我很骄傲，因为我是所有神经递质中最有名的一个。而且我很有钱，毕竟我是负责对奖励产生反应的神经递质！

多巴胺

·金发蓝眼。

·和去甲肾上腺素是兄弟，他是哥哥（因为多巴胺是去甲肾上腺素的前体）。

·其实是个矮子，家里全是增高鞋（从结构上来看，比去甲肾上腺素还小）。



我是多巴胺的弟弟，因此我和多巴胺长得挺像的。

去甲肾上腺素

·（毫不意外地）是个憨憨，很适合去做热血漫男主角。

·随时都穿着运动服，特别有警觉性，危机意识特别强。

·但时不时也会过于亢奋，很容易分心。



我能够很好地调整自己的情绪。但即便如此，最近却因为睡眠问题而感到有些困扰。

血清素

·温柔稳重的知心大姐姐。

·有调节心情，抵抗抑郁的作用。

·有控制睡意的作用。



我记忆力超好！我有个孪生姐姐叫作尼古丁，她总是抢我对象！我最近在研究阿尔茨海默病，可惜没什么进展，有些烦恼。

乙酰胆碱

·“人狠话不多”，是个记忆力超好的学霸。

·有个孪生姐姐，叫作尼古丁，她是一个小太妹。

·乙酰胆碱和尼古丁关系不太好，因为尼古丁老是抢乙酰胆碱的对象（这个说来话长，得看书里内容才解释得清楚了）。



我是个活泼好动的小太阳，甚至有些暴躁，不要轻易惹我哟！

谷氨酸

·来无影去无踪，每次都是在需要她的时候她才会出现。



我是个平时略显阴沉的男孩。如果我出现在聚会上，气氛会立马降低，连多巴胺都被我压制得死死的。

GABA

·其实是谷氨酸的弟弟（GABA由谷氨酸转化而成）。

·酒不离手，喝了酒以后，完全就是另一个人格（酒精让人放松和GABA有关）。

·最近靠收“智商税”挣了不少钱。



哪里有伤害，哪里就有我们的身影。别看我们看起来很小，很可爱，我们可是有比GABA更阴沉的一面哟！

内啡肽

·大脑自产自销的止疼药。

·（悄悄地议论）有目击者称，似乎在某些18禁的场所常常看到他们的身影……

本书使用指南

说话要言之有理，但有理还不行，还应该有据。

——呃，我说的。

玩游戏的时候，我最讨厌游戏开始时的“入门指南”，因为好的设计无须设计。

但我还是想在此献上本书的使用指南，解释一下本书的结构，以及阅读此书的注意事项。如果你和我一样，讨厌“新手村”任务，完全可以跳过这一节，但我相信你看完之后不会失望的。

如果你看过我的其他书，应该已经看过这一部分内容，请直接跳到第三个问题。

第一个问题：这本书里的内容是否值得信任？

你最近遇到过“假新闻（fake news）”吗？

在过去，我可以认准某些老牌报社作为“权威”“真实”的渠道，但随着社交媒体的发展，假新闻也得到了爆发式的成长。或是因为没有新闻可以报道，或是为了在这个流量为王的时代混口饭吃，抑或是信息扩散已经没有门槛，现在我们接触的大多数信息，其真实性，实在是难以判定。有些假得离谱，但还是会被广泛传播，很多人对其深信不疑。我有个记者朋友开过一个玩笑：“你觉得我说的是假的，那等你办一个阅读量更大的公众号来喷我啊。”这虽然是个玩笑，但细想真的挺可怕的。

如何判定一条信息是否真实？这里我引用一下英国德比大学的心理学副教授威廉·戈登（William Van Gordon）针对“如何识别假新闻”的五条建议。

当你在阅读一条新闻时，先停下来，思考一下：

1.这条信息的来源是什么？是否可靠？

2.带着批判性思维看待它，试着跟它抬杠。

3.想一想有没有什么细节这条新闻没有提到。大多数假新闻——假信息也类似——会故意遗漏一些细节，因为它是假的，所以经不起推敲。

4.如果有引用原话，确认来源是否有名有姓，是否真实存在，或是能否为他说的这句话负责。

5.看看图片是不是假的。如果你能用Google，可以试着将图片上传到“Google Image”上，看看这张图片的出处在哪儿，是不是被挪用的。

虽然这都是针对识别假新闻的建议，和这本书讲述的科普内容有一定的区别，但思路上是一致的。

其实科普内容特别适合在线上传播，那为什么我要做纸质书呢？因为科普类纸质书有一个特点，既是它的死穴，也是它的生命力所在，就是它慢。

毫无疑问，这是纸质书天生的弊端。科学知识日新月异，一本书印刷出厂，到你手里时，里面有些知识可能就已经被新的发现给推翻了。这也是知识的宿命。

不过与此同时，这个特点也让它成了一个筛子。这个筛子，不仅筛了信息，还筛了人。

筛信息是指什么呢？是把那些不成系统、站不住脚、不够重要的信息给筛掉了，只保留核心和能挂在核心上的内容。平时我在网上写科普文的时候，写出来的文章其实更像是评论。我会把我对这个知识点所了解的全部内容展示出来。因为读者想看的，就是从一个点去扩散到一个面。但写书不同，是知道物体有几面后，我再去选那几个关键点。这从一本书到底是“越写越长”还是“越写越短”就能看出来。我的第一本书《大脑使用指南》（2016年出版）比较幼稚，内容很散，当时我也没有经验，每一稿都比前一稿更长，因为我老想加新内容。但在写这本书的时候，我就越写越短，因为写完所有内容后，重读时我发现只要安排好阅读顺序，有些内容其实不用多废话，提一嘴就可以了。这一点在这本书后半部分非常明显，因为前面都铺垫好了，到内啡肽那一章时，就可以特别浓缩，一句话一个知识点都没问题，不需要过度解释，也没有必要各种信息都来大杂烩。这样，我在这本书里呈现的内容，都是经过筛选的，而不是评论式的。

筛人又是指什么呢？我曾收到过评论，抱怨文章最后的参考文献列表太长，看着就“性冷淡”。在那之后，在线上写科普文时，我会尽量将论文引用“无痕化”，要么在文内只是稍微提及，要么放在文章最后，只列出关键引文。但纸质书不一样，它天生就是一道壁垒，愿意打开这本书的人，一定会更想获得这份知识，也会对信息的严谨度有更高的期待。在这本书中，我将所有发现的来源都标注了出来，这些来源都是正规的、高质量的、通过同行审核的研究论文。我将每篇论

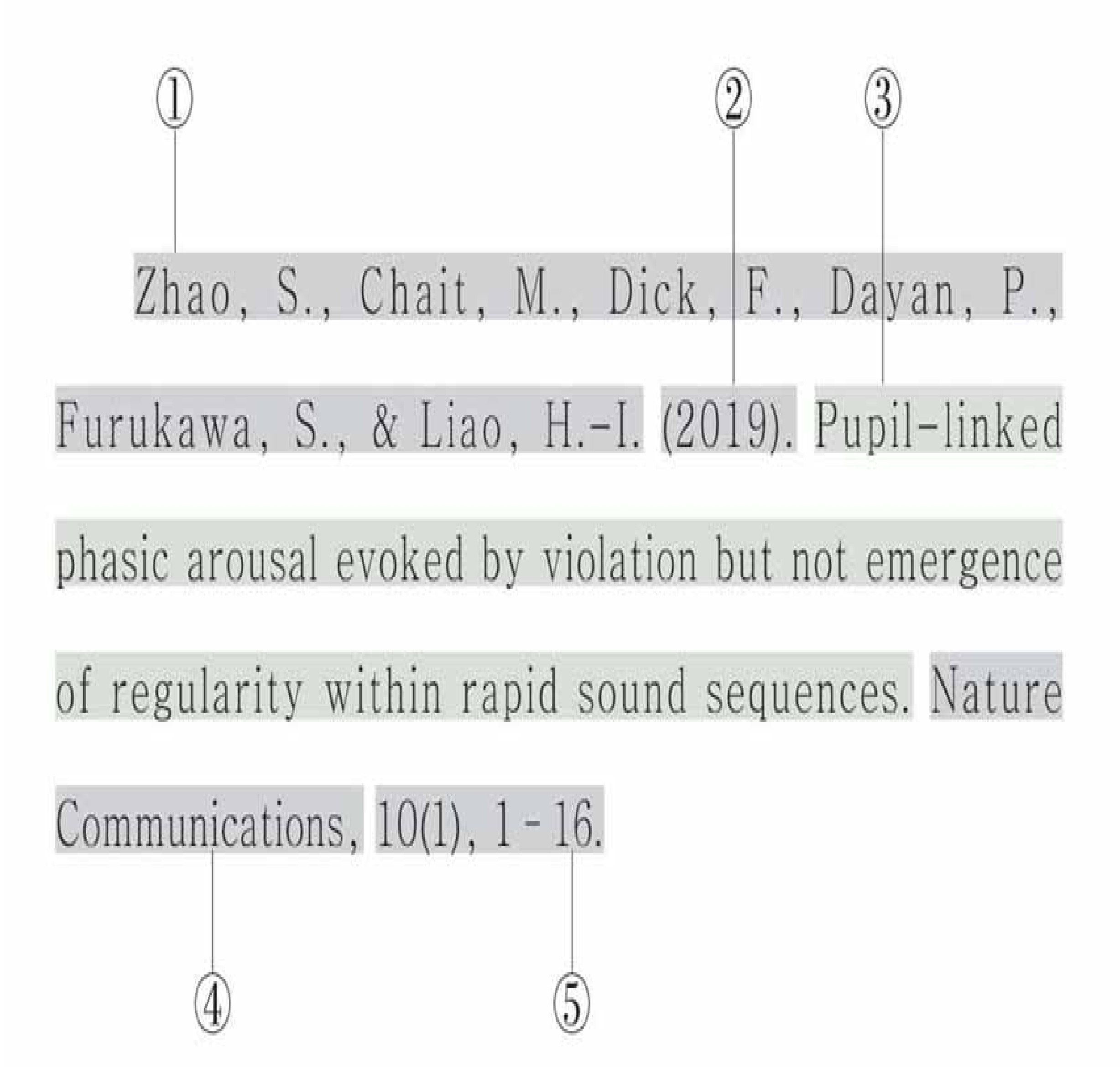
文的详细信息都按照标准的引用格式放在了当页的脚注中。我相信打开这本书的人，不会讨厌这些脚注。更重要的是，这本书有可能会激发你对某些问题的好奇心，让你继续探究下去，我得让内容经得起搜索，经得起考验。

我决定以后写每一本书，都要在开头问这样一个问题："这本书里的内容是否值得信任？"我希望每一位打开这本书的读者，向我、向出版社、向自己，都问一遍这个问题。

第二个问题：论文引用（reference）怎么看?

要注意的是，这样以脚注的方式引用，在学术上讲其实并不规范，只是这样更加方便阅读。科学界有很多种引用格式，几乎每一个大的学术期刊都有自己的一套要求。这里我选择的是神经科学领域里一个大家都会看的学术期刊——《神经科学杂志》（*The Journal of Neuroscience*）——用的标准格式。

这里举个例子，来讲怎么看一条引用（reference）。



这里我“厚颜无耻”地使用了自己第一篇正式发表的论文作为引用的例子。

①开头这一串“Zhao, S., Chait, M., Dick, F.,Dayan, P., Furukawa, S., & Liao, H.-I.”是每个作者的姓氏和名字的缩写。比如我是赵思家，姓氏为“Zhao”，名字的缩写为“S”，所以我就是“Zhao, S.”。在神经科学和其他很多科学领域中，作者的排名顺序非常重要，有时候合作者们还会为此争执不休。每个领域的作者排名方式有点不同，比如说数学和物理领域是按照姓氏的开头字母来排的。比如我姓赵，那我基本上

回回都会被排在最后一个。但在神经科学和心理学领域，我们采取不同的策略：第一作者（first author）和最后一个作者（last author）往往是最重要的。第一作者往往是进行这个研究的博士生或是博士后，比如这篇文章是我写的，里面的实验也是我做的，所以这篇文章我是第一作者，我排在最前头。最后一个作者一般为第一作者的直系导师，这篇文章的想法和一些方向可能是由这个人定的。

在我的这篇论文中，最后一个作者其实并不是我的导师，而是我们的合作者。我的导师（Chait, M.）被排在了第二作者的位置，第三作者是我的另一位博士导师（Dick,F.）。这背后的原因相当复杂，这里不赘述。但为了平衡，我的导师成了本篇论文的通信作者（corresponding author）。什么是通信作者呢？如果你看了这篇文章有什么问题，或者想要合作，就要找这个作者。这个位置比第一作者和最后一个作者更为重要。一般情况下，第一作者也是通信作者，偶尔，最后一个作者是通信作者。而当你看到一篇论文的通信作者不在这两个位置，可以想象在发表这篇论文前，作者们肯定是斯文地"撕"过一圈了，这也算是科学发现背后的一些故事吧。

②"（2019）"括号中的数字是这篇论文发表的年份。

③后面跟着的这句话"Pupil-linked phasic arousal evoked by violation but not emergence of regularity within rapid sound sequences"是论文的题目。

④再后面"Nature Communications"是这篇论文发表的杂志，这里是《自然》的子刊《自然·通信》。什么是子刊呢？就是附属杂志的意思。《自然·通信》的级别比《自然》低，但它们隶属于同一个出版社。有些杂志，比如说《自然》《科学》，它们不分学科，只要是能够震惊科学界的发现都会发表。如果你的发现上不了这两个杂志，那么可以考虑在它们的附属杂志上发表。《自然·神经科学》和《自然·人类行为》是《自然》旗下另外两个与神经科学有关的子刊。《自然·通信》不分学科，有点像是低配版的《自然》。

⑤最后几个数字是指引用自2019年的第几期杂志，杂志的第几页。现在用处不大了，因为我们几乎不看实体的杂志，全是在网上看论文，这些信息完全就是几十年前网络还不发达时留下来的传统而已。

第三个问题：哪些内容是重点，哪些可以跳过？

你看过《葫芦兄弟》这部国产动画片吗？它讲了一个农夫种的七个葫芦变成了七个小男孩，他们一个个去找蛇蝎二妖送死的故事，不过最后他们终于想起来不能一个个“送人头”，齐心协力，一起把蛇蝎二妖给镇压了。

这本书拥有和《葫芦兄弟》类似的结构——总分总。

本书一共有十章。第一章很短，先用“爱情”这个喜闻乐见的话题引出我们大脑里的化学反应，让你对各种各样的神经递质有一些基本的了解，顺便刺激一下阅读的积极性。

在第二章中我会先对神经递质做一个概述性的介绍。注意，其实这一章可以先跳过。我知道这种介绍会很枯燥，但放在本书开头再合适不过了。如果你想直接开始看些劲爆一点的内容，可以从第三章开始看。这期间，你可能会遇到一些看不懂的地方，那你就要根据书中的提示，翻回相应的页面去临时抱佛脚。

本书最关键的是从第三章到第九章这七章，就要上演七个葫芦娃，一个一个冲到妖精家送死的剧情了。动画片一集讲一个葫芦娃，本书一章讲一种神经递质。

现在已知的神经递质至少有三十种，最有名、研究最多的是这七种：多巴胺、血清素、去甲肾上腺素、乙酰胆碱、谷氨酸、GABA和内啡肽。这本书的核心就是这七种神经递质，我将会一一讲述它们的故事。

每一章的大致结构如下：

·对这款神经递质的一个简单介绍，如它从何而来（产地/籍贯），又去往何处（常居地）。

·这款神经递质所涉及的主要的大脑功能，以及相关的一些趣闻。

·虽然它可能有各种各样的功能，但有没有一个核心功能呢？如果有，又是如何运作的呢？

和第二章不同的是，这七章不可以跳着阅读，请尽量按照章节顺序。就像是七个葫芦兄弟一样，先出场的葫芦娃是给后面的弟弟们做铺垫的。虽然每章只讲一种神经递质，但要搞懂后面几章的内容，必须知道前面提到的几种神经递质。比如内啡肽，说到它就得提多巴胺和GABA，我不会重复说明，但我会在文中备注相应知识点的页数，方便你往回或是往后翻。

打过牌的人都知道，一个人拿到的每一张牌都很好，并不一定能打赢，聪明的玩家会将它们合理地配对，按照它们的特性连环打出，就会有意想不到的效果。只有外行才会只关心摸到的牌够不够大，真正的玩家在意的是如何组合它们。

如果你只看了关键的中间七章，就会觉得这些神经递质虽然各有各的本领，但相互之间似乎没有什么关系。事实并非如此。大脑并不是为了达到某一种认知功能，而设计出某一种神经递质的。相反，神经递质之间是相互帮助、相互制衡，一环套一环的。大脑不会浪费它拥有的任何一种物质，而是利用有限的选择，把每种神经递质都用到了你想象不到的地方，打出让人意想不到的组合，环环相扣，让神经递质异常散乱的功能，都变得恰到好处。

在本书的第十章，也就是最后一章，我会以“睡眠”为例，带你看看我们的一天是如何在这七种神经递质的无缝衔接下度过的。通过了解神经递质的作用，我们便可了解到安眠药是如何工作的，为什么有些抗抑郁药会有让人无法入睡的副作用。如果你没有读前面那七章，这一章会显得异常难读，但我个人认为睡眠这章才是本书最精彩的部分。

感谢你耐下心来看这一篇和本书内容没有直接关系的说明。希望它对你阅读本书及未来的阅读过程有所帮助。

01
哦，是爱情的味道：大脑里的化学反应

“为什么爱情不一定是快乐的呢？”

“恋爱多久该结婚呢？”

“既然爱情只是化学反应，那还能相信爱情吗？”

…………

看完这本书之后，请回头想一想这些问题，你可能也会有自己的看法。

在英文语境中，我们会用“There is chemistr y between them.（他们之间有一点化学反应。）”来形容两个人看对眼，气氛很暧昧。即使在中文语境中，我们也听到过“爱情，不过是一场化学反应”。那，你有没有想过，这到底是怎样的一场化学反应呢？是什么制造出了爱情这样强烈又美丽的事物？

关于爱情，神经科学有个说法，“肾上腺素决定出不出手，多巴胺决定天长地久，5-羟色胺决定谁先开口，端粒酶决定谁会先走”。

虽然这句话比较片面，但它提到了几个关键点。

第一句话其实应该说“去甲肾上腺素决定出不出手”。去甲肾上腺素就是一种神经递质。我们在日常生活中经常会提到“肾上腺素”这个词，常常用它来形容很“燃”的感觉。去甲肾上腺素其实和肾上腺素极为相似，功能也是一样的，只不过它们的产地不同。肾上腺素，如名字所示，是在身体的肾上腺里产生的，而去甲肾上腺素是在大脑里产生的。而“去甲肾上腺素决定出不出手”，是指去甲肾上腺素和冲动、觉醒有关。无论是情绪唤起还是性唤起，都和喜欢上一个人时那种情绪冲动有关。遇到喜欢的人，你会难以抑制地心跳加速、手心冒汗、

脸红，这都是去甲肾上腺素的杰作。我们将会在第五章（95页）里更深入地聊这种神经递质。

第二句话“多巴胺决定天长地久”。吸血鬼题材的“玛丽苏”电影《暮光之城》里，爱德华对贝拉说了一句情话：“You're like my own personal brand of heroin.”（你像是我的专属海洛因。）怪肉麻的，但又莫名其妙地很恰当。热恋时，大脑中多巴胺含量的确会偏高，多巴胺的含量变化可能会让你大脑原本的动机和奖赏机制产生变化。比如正常情况下，你并不会因为接收到一条“干啥呢”的微信消息而开心得手舞足蹈。而且刚谈恋爱的时候，你会有一个很明显的变化，就是对平时在乎和想干的事情变得不是那么在意了，这就是动机和奖赏机制产生了变化的结果。不能否认，有些感情——至少是对某些人来说——如毒品一般，即使你知道这是不健康的、不好的关系，也无法抑制地想要和他在一起。但爱和多巴胺并非因果关系，所以打着“只有热恋时才有多巴胺，而多巴胺只能维持三个月”的旗号来解释自己没感觉的都是没文化的渣男渣女。我将会在第三章（47页）里更深入地聊这种神经递质。

第三句话“5-羟色胺决定谁先开口”。“5-羟色胺”也是一种很常见的神经递质，它的另一个中文译名为“血清素”。在这本书中，我会统一使用“血清素”这个译名。血清素有让人冷静、放松的效果，在热恋状态下，大脑中血清素含量较低。这也解释了为什么我们在热恋时会感觉完全失去了保持理性和冷静下来的能力，甚至会感到焦虑。我将会在第四章（73页）里更深入地聊这种神经递质。

第四句话“端粒酶决定谁会先走”。这句话其实和爱情并无直接关系，它指的是端粒酶决定了人的生命长度。端粒酶不是神经递质，而是一种酶，它普遍存在于身体的细胞中，只有在不断分裂复制自己的细胞里才出现活性。它被认为和人体的衰老以及癌症肿瘤疾病的发展相关，所以才有“端粒酶决定谁会先走”这一说法。

美国人类学家海伦·费舍尔（Helen Fisher）曾提出，爱情主要有三种状态：情欲、吸引和依附。

前面说的三种神经递质——去甲肾上腺素、多巴胺、血清素——其实都和“吸引”这一状态相关。除此之外，“情欲”与睾酮、雌激素有

关，而“依附”则由抗利尿激素和催产素调节。其中催产素特别有趣，正如它的名字所言，它的一大功能是催产催乳，刺激子宫肌肉，收缩子宫促进分娩。它还和性高潮有关，能增加夫妻之间的安全感，增加情侣之间的依恋感。若非说要有一种爱情激素，可能催产素是最佳候选。

我有几次都被问到：“你们学神经科学的，还能相信真爱吗？”潜台词大概是，在我们眼里，是不是爱情就是化学作用？如果是，那岂不是很无趣，我们还能珍视爱情的每个瞬间吗？在这里我抛砖引玉，聊一下我的想法，不一定准确，仅供参考。

“为什么爱情不一定是快乐的呢？”

暗恋过的人都会有类似的感觉：暗恋太难了，这世间最幸福的事情就是两情相悦。如果能够相爱，那一定会非常幸福和甜蜜。后来才意识到，原来相爱并不一定就快乐。但这是为什么呢？这个问题从通俗小说到严肃文学都有涉及，却从未有过明确的答案。似乎正因为爱情本身就是这样，没有答案，才让爱情中的痛苦变得特别迷人。

很长时间里，我对这个问题耿耿于怀。既然这样，那为什么还要有爱情呢？人类既然可以从交配过程中获得快感，为什么还需要爱情这种可能会带来痛苦的认知功能呢？但学了神经科学，这个问题就很简单了。因为从神经科学的角度来看，这个问题本身就不成立。在大脑里，爱情和快乐是两个相互独立的概念。即使非要说是这些神经递质和激素形成了爱情，那它们也不会是快乐的本质，也不会是幸福的本质。所以相爱却不快乐，这并不矛盾。

“让人冲昏头脑的爱情就不是好的爱情吗？”

另外一个让我耿耿于怀的问题是，我很讨厌自己在恋爱时不冷静、患得患失、焦虑、眼里只看得到对方的状态。这甚至让我对谈恋爱这件事情非常抵触。但了解了这些神经递质对大脑的影响后，我才意识到，这不是很正常的现象吗？甚至后来在谈恋爱的时候，我有种能够跳出当下状态看自己的感觉。

“恋爱多久该结婚呢？”

还有一个常见问题是：“恋爱多久该结婚呢？”

每次想到这个问题我都觉得很有趣。对古老的人类大脑来说，“在茫茫人海中找到一个人，与他相爱然后结婚，幸福一辈子”，这个想法本身就非常新潮。这完全是社会化的产物，几乎可以说没有任何生理学基础。

似乎20世纪后的恋爱开启了闯关模式，每一关都界限不清但无法逃避，“正常的”浪漫关系都必须沿着既定方向发展。每次说到爱情的神经科学，都觉得这个话题太不浪漫了。的确，神经科学家做的很多工作，实际上就是在给这个世界“去浪漫化”。爱情说开了，似乎就那样，没那么神秘珍贵，也没那么美了。

“All's Well That Ends Well”

*All's Well That Ends Well*是英国戏剧家莎士比亚的一部爱情喜剧的剧名。梁实秋将它翻译为“终成眷属”，其实它的直译意思是：结局好，一切都好。

人类对“happy ending”的执着往往会导致错误的决策。这是我从神经科学中学到的最有实际价值的一个事实[1]。比如，明明两个人不合适，但觉得有了一个完美的开头，就应该有一个完美的结局，相互伤害都要牵扯在一起；或是两人明明已经没有感情了，但坚信只有完美的结局才能配得上自己的“主角光环”，硬要勉强。无论是在看小说、追CP[2]，还是审视自己的现实生活时，我们都不想“意难平”。虽然明知人不能盲目乐观，但在尘埃落定之前，我们往往希望未来是一个完美的结局，甚至不由自主地对此过度执着。但英雄史诗和大女主剧的情节毕竟是小概率事件，对完美结局的执着往往使得我们不能做出最好的决策。

“既然爱情只是化学反应，那还能相信爱情吗？”

最后让我说回这个问题。

对我来说，不仅爱情是化学作用，其实我的所见、所感、所想，一切的一切，都只是化学和物理作用罢了。说到底，“我”的存在也只

是天灵盖里那坨粉色的大脑里近千亿的神经细胞共同谱写出来的乐曲而已。

有一句话我很喜欢："But dream we dream together is reality."[3]人类对世界的感知其实就是这样一个几十亿人一起做的梦。

但知道这一点，并不代表我就无法再珍惜这种感受。恰恰相反，正是因为了解到了这些神经递质的复杂性，我意识到爱情就如烟花般难以控制、转瞬即逝，而且每时每刻都有它的独特性，所以我能够更好地欣赏它、珍视它、享受它。

看完这本书之后，请回头想一想这些问题，你可能也会有自己的看法。

现在就让我们来看看，大脑里的化学反应到底是怎么发生的吧。

---

[1]Vestergaard, M.D., Schultz, W. (2020) .Retrospective Valuation of Experienced Outcome Encoded in Distinct Reward Representations in the Anterior Insula and Amygdala. Journal of Neuroscience ,40(46),8938–8950.

[2]Coupling的缩写，指配对、情侣。

[3]来自小野洋子1972年发表的歌曲"Now or Never"，原句为"Cause dream you dream alone is only a dream.But dream we dream together is reality."。

02

大脑里的信使

细胞是什么?

我能想到的最简单的解释是,

它们是组成你的一些小水袋。

本章将会对神经细胞和神经递质进行基本的描述，为后面的内容做一些铺垫。如果你不太想看，也可以跳过，后面提到相关内容时，你可以在文中看到其对应页数，到时候翻回来看也行。

但如果没有这一章的铺垫，读到后文时就会不可避免地遇到一些不熟悉的词。我不算是个很会学习的人，但这么多年的学习和研究让我对提高学习效率有了一些心得，其中最重要的一条是，想要学得又快又好，就不能让知识点里有漏洞。没有知识是孤立的，只要有一个词说不出个所以然来，我就不可能愉快地、顺畅地、完整地吸收这份知识。所以，我还是建议你快速地过一遍这一章的内容。

大脑里的打工人

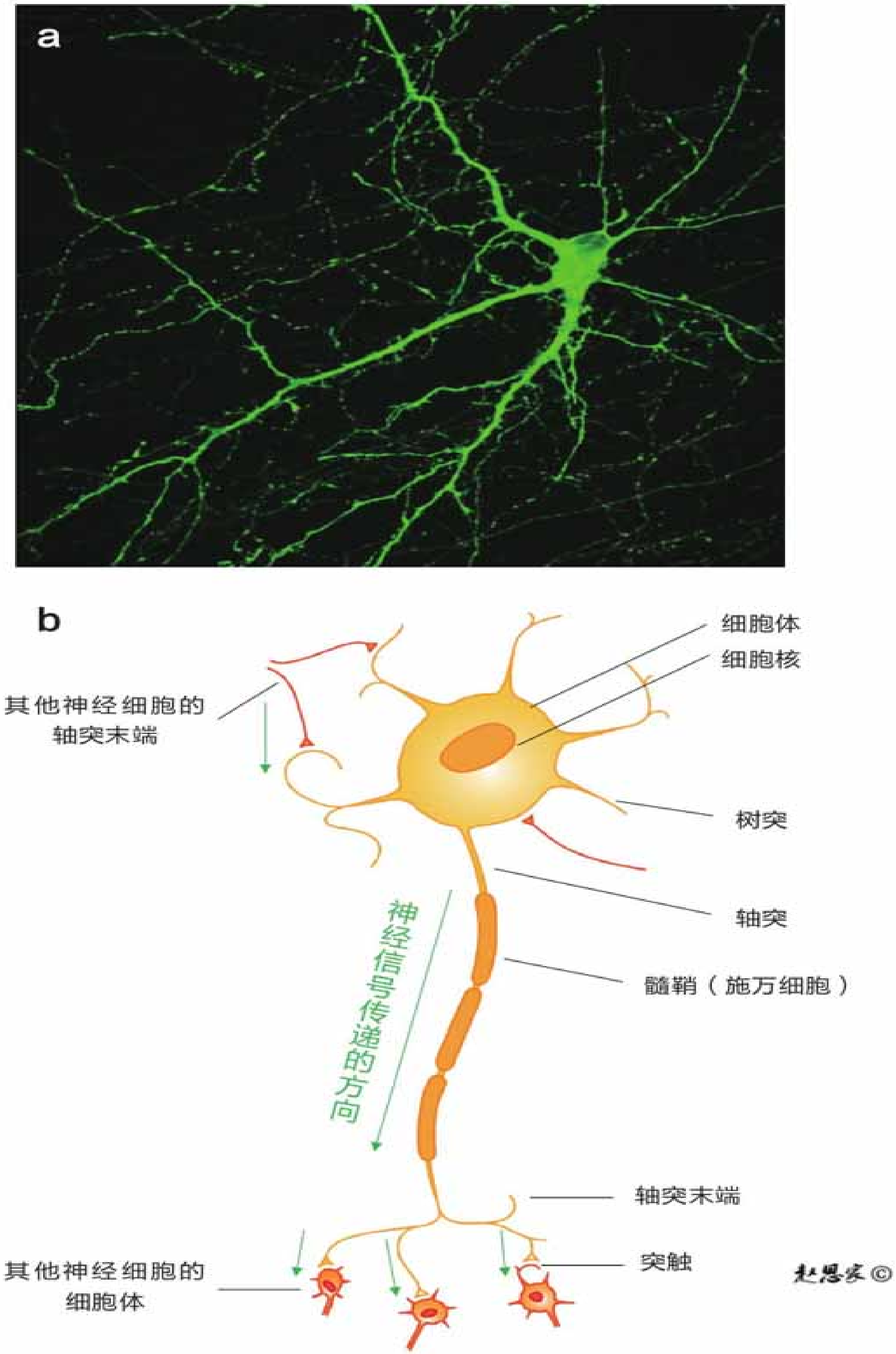
大脑的最小工作单位是神经细胞[1]。

成年人的大脑大概有八百亿个神经细胞，而每个神经细胞与大概七千个其他的神经细胞相连。这形成了一个巨大且复杂的神经网络，我们的一切——情感、记忆，甚至对“我”的自我意识本身——都由此产生。

细胞是什么?

我能想到的最简单的解释是，它们是组成你的一些小水袋。这些小水袋里，漂满了各种各样更小的水袋和线团一样的东西。某些特定的小水袋集中在一起共同协作，让你现在看懂了这一段文字。

你可能对这样的解释无法感到满足。那么你还可以把我们身体里的细胞看成一个个以蛋白质为主要材料制成的小型机器，而在每一个机器里，都有几亿个小部件。这些小部件各有作用，通过各式各样的化学反应相互影响相互牵制，同时生产和破坏着其他各式各样的小部件，像是个小社会一样，将整个社会维持在一个最优的平衡状态，进而从外界获得能量，甚至将整个社会1:1地复制繁殖。


a
b
细胞体
细胞核
其他神经细胞的
轴突末端
树突
轴突
神经信号传递的方向
髓鞘（施万细胞）
轴突末端
其他神经细胞的
细胞体
突触
赵思家©

神经细胞长什么样?

a.这是在猴子大脑里负责生产多巴胺的神经细胞。请注意在这本书中，所有图片所使用的颜色都只是示意而已，并非神经细胞原本颜色。（图片来源：Yan Liu和Su-Chun Zhang）

b.神经细胞的示意图。神经信号沿着轴突传递到轴突末端，然后通过突触传递到其他的神经细胞。（图片版权©赵思家）

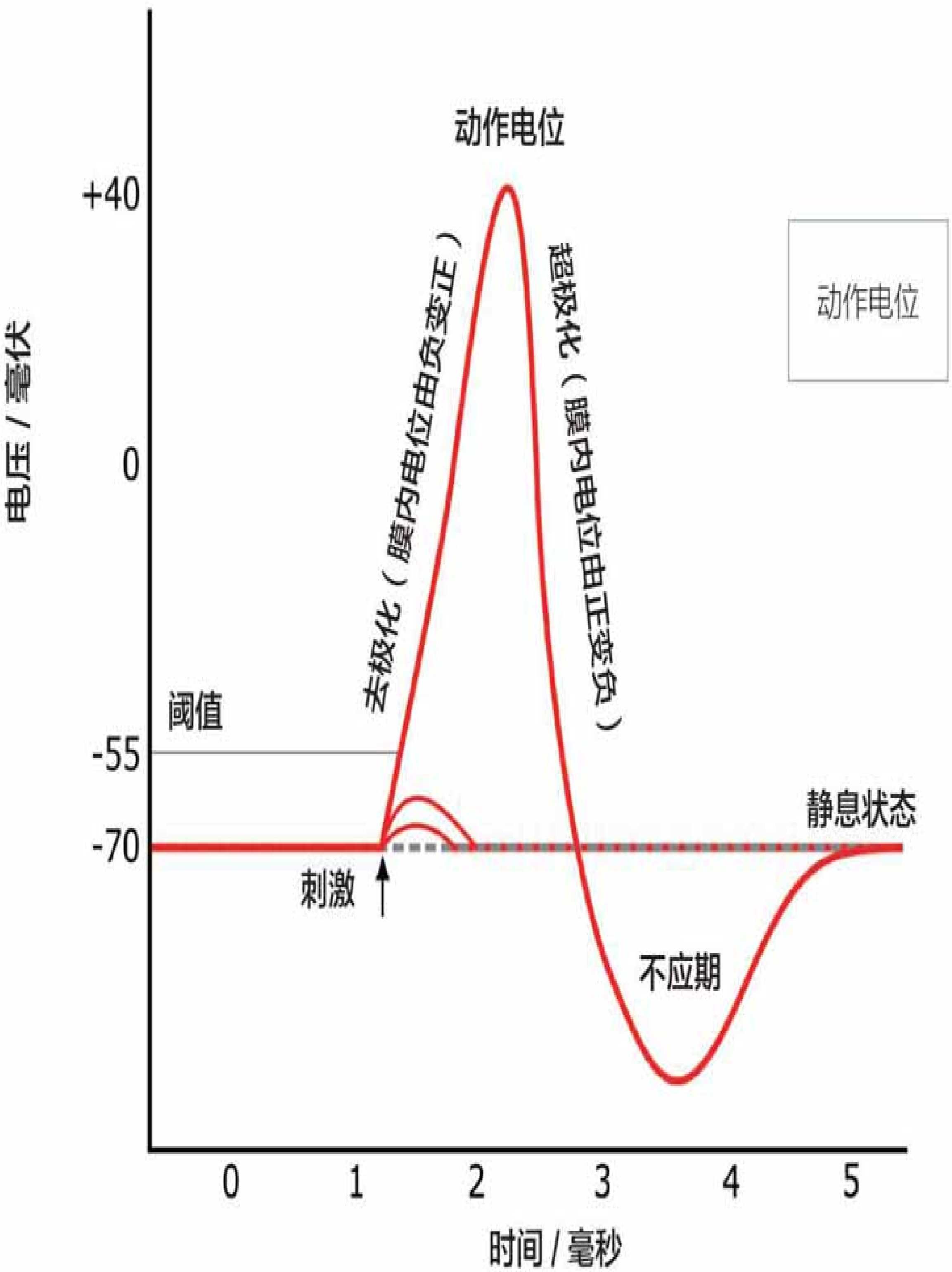
这些在细胞里发生的各式各样的化学反应，叫作新陈代谢（metabolism）。这个词我们所有人都在中学生物课上学过，它其实就是生物维持生命的所有化学反应的总称。因为它是一个不间断的能量与物质的交换过程，一旦这个交换过程停止，生命就结束了，所以新陈代谢的英语名来自希腊语里的“改变”。

---

[1]有时候会被翻译为“神经元”。神经细胞=神经元。但我更喜欢用“神经细胞”，特此备注。

“神经细胞被激活”到底是指什么？

每一个神经细胞都是由一层细胞膜包裹住的。每个细胞就像是一个被围墙围起来的小国家，和外界有一定但有限的交流。在正常情况下，神经细胞体内的负离子更多，使得细胞内外形成一个电压差，这个电压差叫作膜电位（membrane potential）。一般情况下，这个膜电位在-50毫伏到-70毫伏之间。如果突然之间一大堆正离子涌入了细胞内，膜电位就会迅速变小，进而形成一个神经脉冲，如下页图所示。这个脉冲常被称为动作电位（action potential）。这个动作电位从发生到结束，前后不超过几毫秒（一毫秒即千分之一秒）。


动作电位
+40
0
-55
-70
电压 / 毫伏
阈值
去极化（膜内电位由负变正）
超极化（膜内电位由正变负）
刺激
静息状态
不应期
动作电位
0
1
2
3
4
5
时间 / 毫秒

一个标准的动作电位的示意图。当细胞膜内外的电压差超过-55毫伏时，电压会继续变得更正，直到到达顶点。然后再逐渐变得更负，并且超过-70毫伏，进入一段不应期。不应期过程中，无论是怎样的刺激都不会引起新的动作电位。

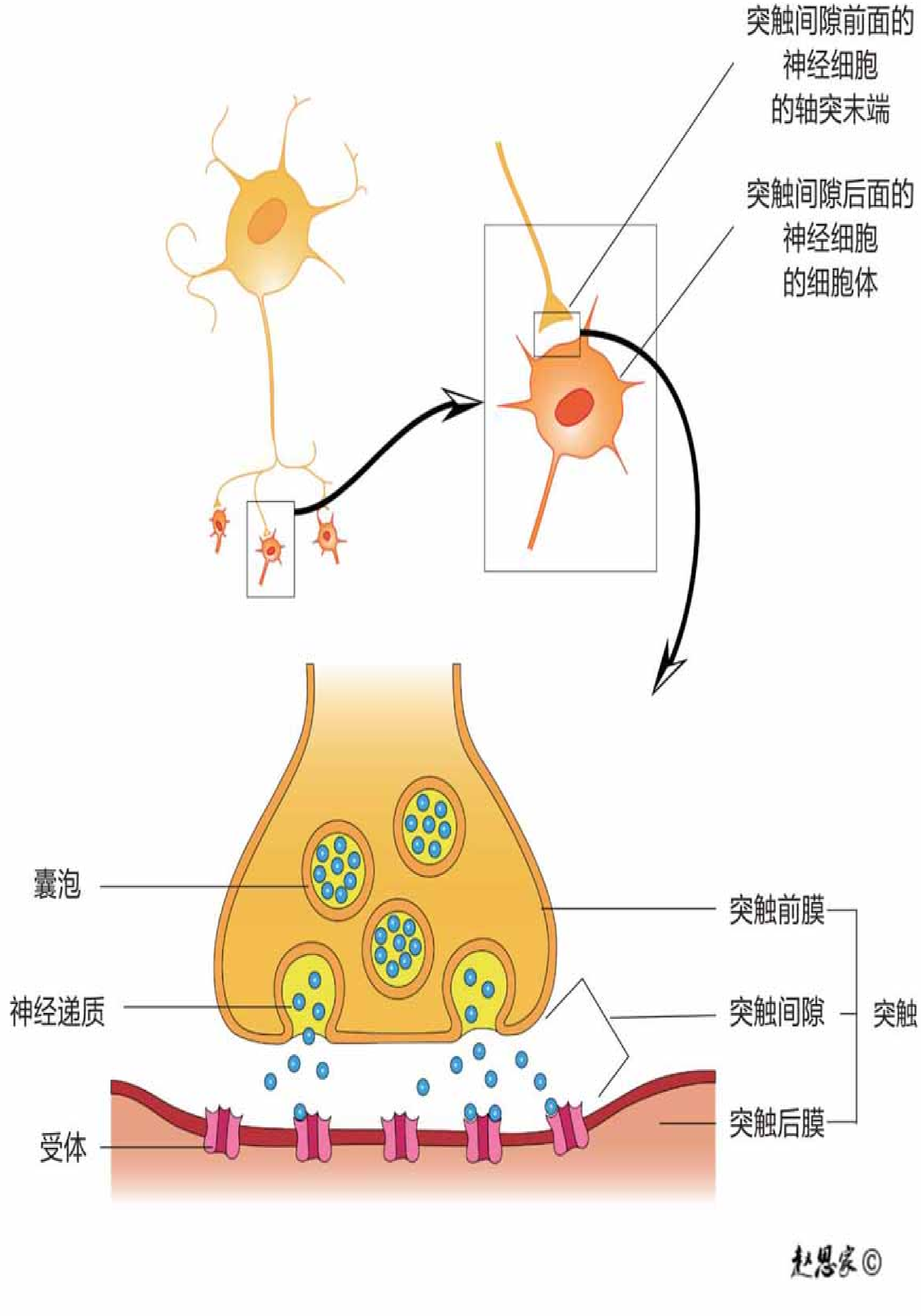
神经细胞之间是如何传递信息的?

想象每个神经细胞都是一台电脑，电脑与电脑之间的沟通可以通过电缆，还可以通过蓝牙什么的来进行。而每个神经细胞只能有两个反应：1或0，即激活或是抑制。如果把神经细胞比作电脑，大脑比作互联网的话，在大脑这个网络中，每台电脑只能做两件事：要么黑屏，要么白屏。黑屏是常态，突然闪一次白屏就是被激活了一次。智利的一台电脑先闪了一次屏，在几毫秒内，这个闪屏的信息，一传一地传到了中国的一台电脑上，让它也闪了一次屏。就是靠这样简单的信号，大脑完成了这么多复杂的认知行为，包括说话、看电影、做数学题等等。是不是挺神奇的?

那在真实的大脑里，信号是如何从一个神经细胞传递到另一个神经细胞里的呢?

说到这里就不得不提一点科学史。20世纪初，科学家就发现神经信号是通过电来沿着神经细胞传播的，因此很自然地认为细胞与细胞之间也是靠电信号。这个理论乍听起来很有道理，但当发现神经细胞与神经细胞之间有间隙——这个间隙叫作突触间隙——之后，这个理论就站不住脚了，因为没有人能解释电要如何跨越这样的鸿沟。

最后，德国科学家奥托·勒维（Otto Loewi）和英国科学家亨利·戴尔（Henry Dale）发现，有一些突触并非通过电，而是通过化学物质传递神经信号的，他们因此在1936年获得了诺贝尔生理学或医学奖。而这个担任神经细胞与神经细胞之间的信使的化学物质，就是神经递质。



突触间隙前面的
神经细胞
的轴突末端
突触间隙后面的
神经细胞
的细胞体
囊泡
神经递质
受体
突触前膜
突触间隙
突触后膜
突触
赵思家©

化学突触的结构示意图。大多数的神经细胞之间的信息是靠化学物质传递的，这种化学物质被统一称为神经递质。请仔细识别这张图上的每一个名词，后面的内容中我们会不断提及它们。（图片版权©赵思家）

要注意的是，并不是所有神经细胞之间的沟通都靠神经递质。突触分两种：一种是上面提到的化学突触——宽度大概有20到40纳米，靠神经递质来传递信息；还有一种是电突触——宽度只有2到4纳米，可以直接用电来传递信息。

这两种突触各有各的优点。电突触最大的优点是传播信号的速度更快，所以电突触一般会在特别需要急速反应的功能上出现，比如说反射反应。如果你一脚踩上一颗图钉，你的脚会快速离地来自动防卫。从脚到脊髓，全程就靠电突触，所经过的突触数量不会超过五个。

但不能让神经系统全都用电突触，因为它有个致命的缺点，那就是“缺乏增益”。什么意思？就是经过电突触的信号强度要么不变，要么变小。一个信号从这头送到那头，往往要经过成千上万个突触，要是大部分强度都在路上被损耗，那这沟通效果也太糟糕了。

而化学突触在人类大脑里更加常见，也更加灵活，可以增益，也可以减益，它们的类型丰富，搭配起来能够有奇效。

神经递质到底对每个神经细胞起到什么作用，是由受体（receptor）决定的。如上页图所示，受体一般位于突触后膜。其实受体就是一个位于细胞膜上的窗户。这个窗户是半自动的，一般是锁上的，只有在特定的情况下才会打开。当它打开时，它会选择性地让细胞外的一些离子（比如说带负电荷的氯离子或是带正电荷的钙离子、钾离子）通过它进入细胞内，使得细胞内外的电压差发生变化。

举个例子，谷氨酸的某一种受体碰上一个谷氨酸的时候，这种受体会瞬间被激活，它的结构会产生变化，使其形成一个通道，让带正电荷的钙离子迅速涌入细胞里。想象一小块细胞膜上，同时有成千上万个这样的受体被激活，那就会有成千上万个钙离子涌入，瞬间让膜电位变得更正。这样就会在神经细胞里产生一个动作电位。这种被激活就会产生动作电位的受体，被称为兴奋性的受体（excitatory receptors），其对应的神经递质也是兴奋性的。

因为每种受体的结构不同，它不仅可以选择特定的离子使用它穿过细胞膜，还可以指定特定的方向。比如，GABA的受体就不会允许钙离子进入细胞，相对地，它让带负电荷的氯离子流入细胞内，同时让带正电荷的钾离子离开细胞。当大量的GABA受体被激活时，膜电位瞬间就会变得更负，这样细胞就不会被激活了，动作电位也不会出现。这种受体就是抑制性的受体（inhibitory receptors），也使得其对应的神经递质是抑制性的。

在本书的后几章中，我们还会再次提到神经递质的兴奋性和抑制性，届时结合实际的例子，你能更好地明白这两种性质的重要性和妙处。

每个神经递质所对应的受体都很多，学习和研究它们是神经药理学的基础。它们相互作用，相互帮助，有时候同时存在，有时候单独存在，非常复杂。这本书毕竟不是教材，我只会从个人的角度来挑拣一些内容进行科普，请诸位见谅。如果你对这个方面感兴趣，务必往神经药理学方面探索一二。

知识充电站

你可能会想，如果一个神经细胞同时释放兴奋性的和抑制性的两种神经递质，那会怎么样呢，场面岂不是很混乱？关于神经递质，有一个很重要的信息——“一个神经细胞只生产一种神经递质”，这叫作戴尔原理（Dale's principle）。不过，近些年来，已经发现了不少种神经细胞都违反了这条规则，但绝大多数神经细胞还是符合的。

并非谁都能成为神经递质

那是不是大脑里的任何化学物质都是神经递质呢？当然不是。成为神经递质也要遵守基本法的。

正如前文所说，最先发现神经细胞之间的信息传递是靠化学物质的是勒维，他也因此获得了诺贝尔奖。这里让我引用知友洪嘉君在知乎专栏中对这个发现的描述[1]：

“在这项研究中，他天才般地对蛙心先行灌流，随后刺激其迷走神经，使蛙心率减慢，再抽出灌流液，注入另一正常蛙心中，于是见证奇迹的时刻来临了！后者的心率也开始减缓！这证明，刺激迷走神经后可能释出了某种‘抑制性物质’，无论如何，是这种物质而不是转瞬而逝的电流，引发了心率减缓的结果。此后不久，勒维果然分离出了这种物质，那就是乙酰胆碱——人类认知中的第一个神经递质。

“我们现在对神经递质的定义和勒维的实验一样简洁，所谓神经递质，就是在神经突触信号传递中担当‘信使’的一组特定化学物质。它们本身仅具有抑制和兴奋的作用，但是考虑到效应机制（受体和靶器官）的差异，最终展现出的宏观效果大相径庭。”[2]

经典之所以是经典，就在于它能够经受住时间的考验。在接下来的一百年里，各方大神在寻找神经递质的时候，都遵循了以下三个条件：

（1）条件一：神经递质必须是在突触前膜[3]中合成的，并在前膜中集中保存在一个个小袋子[4]里。

（2）条件二：当神经细胞受到刺激后，神经递质会从突触前膜释放到突触间隙里。

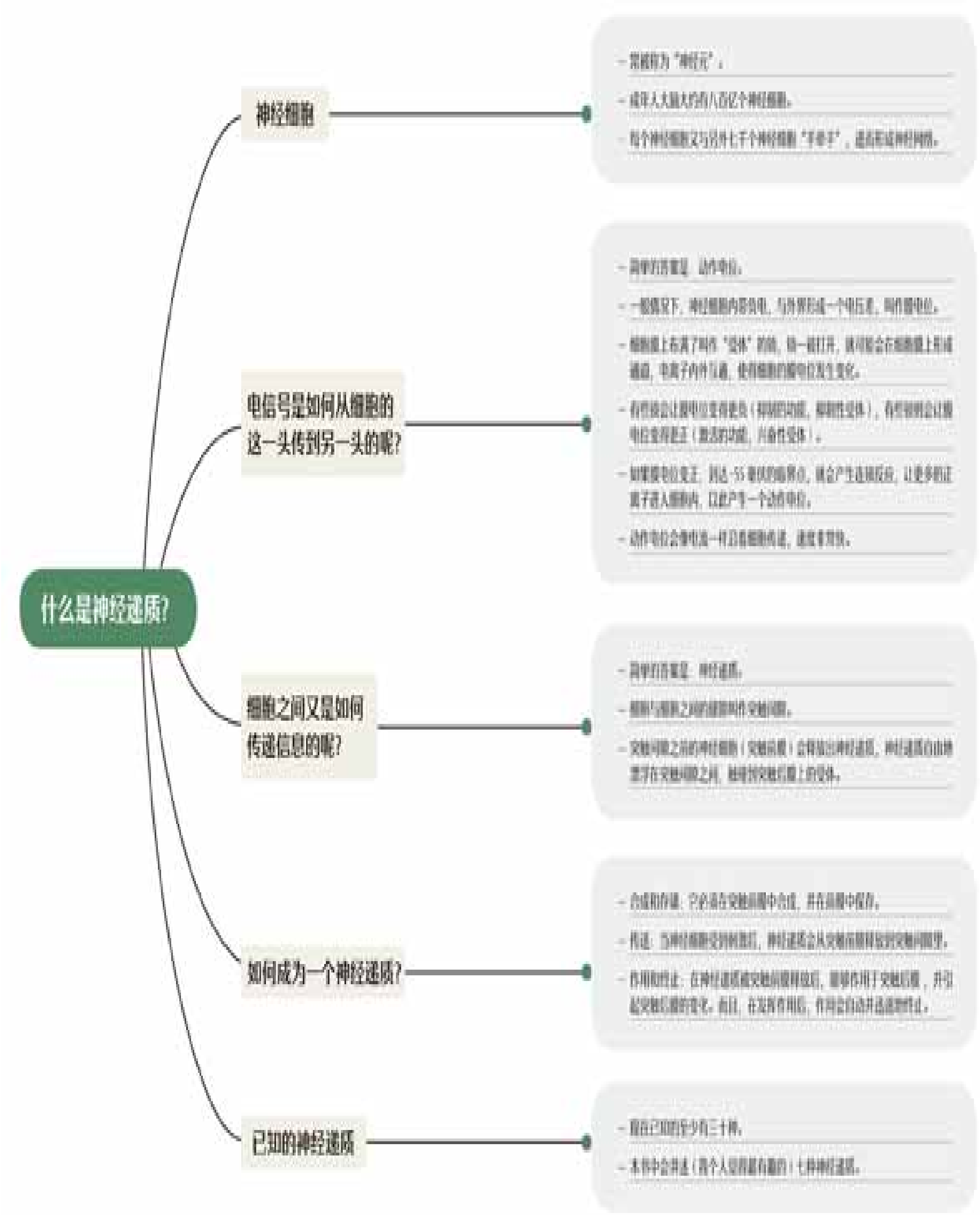
（3）条件三：在神经递质被突触前膜释放后，能够作用于突触后膜[5]，并引起突触后膜的变化。而且，在发挥作用后，作用会自动并迅速地终止（而不是赖在那儿不走）。

【敲黑板】

有些教科书将这三个条件做了进一步的细分。条件一可以细分为“合成”和“存储”两个条件，条件三可以分为“作用”和“终止”两个条件。

一切关于神经递质的故事从此开始。过去的一百年，当化学家在不断找寻新元素的时候，神经科学家就在大脑里不断找寻神经递质。

现在已知的神经递质至少有三十种，最有名、研究最多的是这七种：多巴胺、血清素、去甲肾上腺素、乙酰胆碱、谷氨酸、GABA和内啡肽。在接下来的七个章节中，我将会一一讲述这七种神经递质的故事。



---

[1]引用自洪嘉君2018年的文章：《科普时间：神经递质有意思》https://zhuanlan.zhihu.com/p/35013798

[2]顺便吹个牛，这个实验是在我的母校——伦敦大学学院——完成的。读大学的时候，我还在那个房间里做过经典的乌贼神经动作电位实验。嘿嘿嘿。

[3]突触前膜是指突触间隙前面的那个神经细胞的末端，它释放神经递质。见33页。

[4]老是说小袋子，其实它的正式名字是囊泡，英文是vesicle。

[5]突触后膜是指突触间隙后面的那个接收神经递质的神经细胞部位。见33页。

03

多巴胺

多巴胺主要有三个功能：

运动控制、行为选择和强化学习。

你可能有点蒙，

怎么感觉它们三个风马牛不相及呢？

多巴胺

DOPAMINE

个人简历



ABOUT ME

最有名的神经递质非我莫属。

很多人以为我就是快乐物质。这个误解导致很多不明真相的人以为，直接往大脑里注射多巴胺，就能快乐。这其实是似是而非导致的误解。

如果你明白多巴胺到底是怎么运作的，就不会有这样的误解。

英文名为dopamine，科学家们一般缩写为DA。

籍贯

大脑里有两个主要的多巴胺生产基地，两个都位于基底核（basal ganglia）。

黑质（substantia nigra）

腹侧被盖区（ventral tegmental area）

常居地

不同的生产基地生产的多巴胺，会被输送到大脑的不同的区域工作。

黑质　前往　纹状体（striatum）

腹侧被盖区　前往　前额皮层（prefrontal cortex）

弱点

上瘾

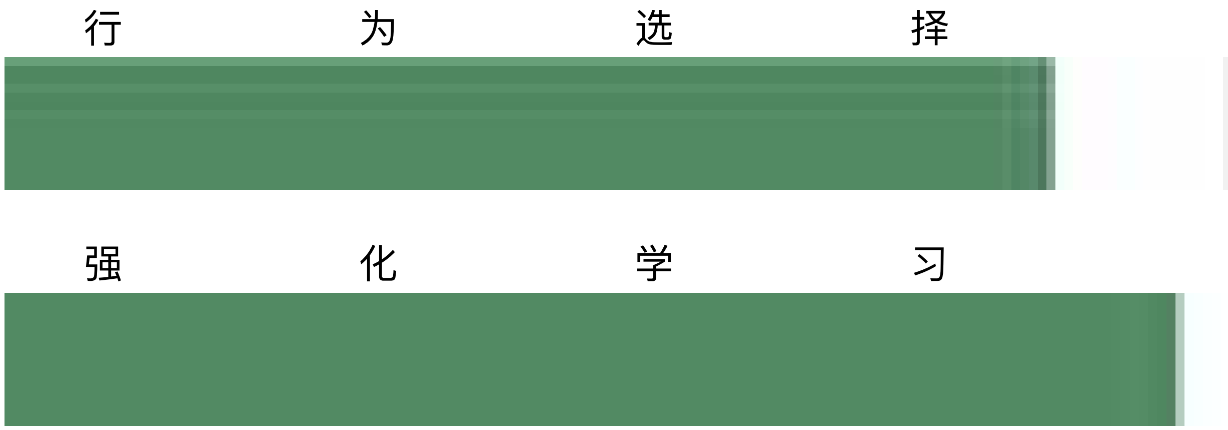
精神分裂

帕金森病

技能

运动控制



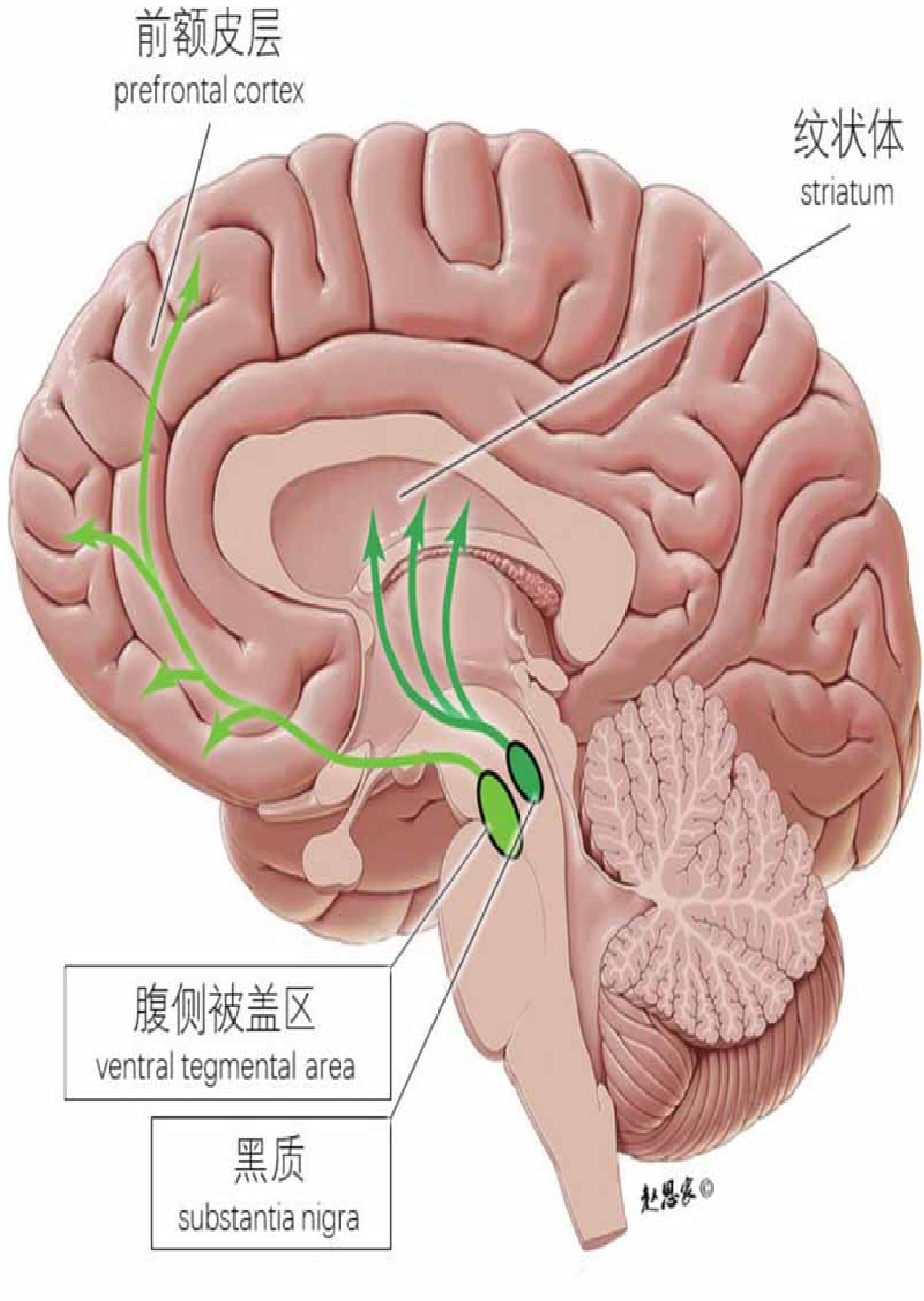


一点科学史

·1957年首次被凯瑟琳·蒙塔古（Kathleen Montagu）在人类大脑中识别。

·1958年其功能首次被瑞典药理学家阿尔维德·卡尔森（Arvid Carlsson）和尼尔斯-奥克·希拉普（Nils-Ake Hillarp）发现。卡尔森因此在2000年获得诺贝尔生理学或医学奖。

·2017年“多巴胺是奖励预测误差”理论已经成为共识。沃尔弗拉姆·舒尔茨（Wolfram Schultz）、彼得·达扬（Peter Dayan）和雷·多兰（Ray Dolan）三人因此获得欧洲大脑科学奖。


前额皮层
prefrontal cortex
纹状体
striatum
腹侧被盖区
ventral tegmental area
黑质
substantia nigra

多巴胺在人类大脑中的分布图。黑框里的标记为产地，箭柄为通路方向，箭头则为常居地。多巴胺在大脑里有两个主要的产地，它们相对应的通路已用不同的绿色标识出来了。（图片版权©赵思家）

多巴胺的三大功能

多巴胺主要有三个功能：运动控制、行为选择和强化学习。你可能有点蒙，怎么感觉它们三个风马牛不相及呢？

我刚学的时候也觉得莫名其妙。我琢磨了很久该怎么捋多巴胺的功能，改了又改，最后我决定按图索骥——从多巴胺在大脑里的实际分布开始讲。

多巴胺从何而来？大脑里的绝大多数多巴胺产于一个叫基底核的中脑区域。

其中，又有两大产地：黑质和腹侧被盖区。它们俩挨得特别近，但我们一定要将它们分开讲，因为产地决定了多巴胺的最终去处，也在很大程度上决定了它们的功能。

咱们换一种方式来解释，把多巴胺当作背井离乡的打工仔。这群打工仔主要来自一个省份，叫作基底核。细分一下，多巴胺的籍贯是这个省份下面两个紧挨的城市，一个叫作黑质，另一个叫作腹侧被盖区。

因为一些未知原因，来自黑质的多巴胺走不远，出城后全体都去同省的另一个城市，叫纹状体。去得多了，就形成了通路，这个通路被称为“黑质纹状体通路（nigrostriatal pathway）”。这群多巴胺主要负责自主运动的调节和控制，比如维持一个姿势或执行一个动作。

但黑质这个城市啊，有个问题，因为一些未知原因，城里的建筑物（也就是负责生产多巴胺的神经细胞）特别容易一片一片地受损甚至彻底坍塌（也就是细胞死亡）。这些细胞一死，人就会出现无法控制自主运动的现象，比如手抖、走不了路，严重的就会出现帕金森病。

从另一个城市——腹侧被盖区——出来的多巴胺，就走得比较远，都要出省了。绝大多数会走得特别远，去前额皮层（prefrontal

cortex），途经前扣带回（anterior cingulate cortex）和眼窝前额皮质（orbitofrontal cortex），这形成了“中脑皮层通路（mesocortical pathway）”。走这个路子的多巴胺主要和做决策有关。

决策（decision-making）是个覆盖面很广、内容复杂的认知功能。从某个角度来讲，人的一生，做决策比努力更重要。这里说的决策，主要是指行动选择（action selection），也就是“下一步做什么”。在某个环境下，人或动物可以采取多种行动（比如往左走或往右走），而基底核里的神经细胞活动决定了到底采取哪一种行动。更具体一点，在做决定前，所有的行动都被基底核抑制着（控制着自己不去做），而当基底核对一个行为的抑制减少时，这个行为就会自动启动。这个行为如何实施，不关基底核的事，但基底核控制了所有行为的启动开关。换言之，基底核是行动的发起者，但不是实施者。多巴胺在整个行动发起的过程中，至少[1]起到了两个关键作用：

【敲黑板】

> 帕金森病是一种通常在老年人群体中出现的疾病，其最明显的症状是失去对动作的控制能力，比如身体僵硬、动作迟缓，或是四肢在不动的时候出现不由自主的颤抖等等。现阶段帕金森病是不可治愈的，但可以减缓病情。现在最常见的帕金森病治疗方法就是摄入左旋多巴（L-dopa）。左旋多巴是多巴胺的一个前体。那为什么不直接摄入多巴胺呢？因为多巴胺不能经过血脑屏障，无论是口服还是直接打入血液，都没办法进入大脑，但左旋多巴可以。左旋多巴必须长期使用，而且还有很多副作用，更要命的是，它治标不治本。等大脑里负责生产多巴胺的神经细胞大片死亡，那注入再多的左旋多巴都没用了。而患有帕金森病的大脑最明显的标志，就是黑质里的神经细胞大片死亡，导致黑质纹状体通路里的多巴胺水平降低。

（1）多巴胺设定了门槛[2]的高低。大脑中的多巴胺水平越高，发起行动所需要的动力就越低。往往多巴胺水平越高，人的冲动性行为就越多；多巴胺水平越低，人就显得越麻木，反应就越慢。以吸毒这

个行为为例，多巴胺水平越高，“摄入毒品”这一举动所需要的动力门槛就越低，大脑就更难抑制住吸毒行为。前面我们还提到过另一个与多巴胺有关的疾病——帕金森病。帕金森病患者大脑中多巴胺水平偏低，这就导致了患者表现麻木、行动僵硬。但有个有趣的现象值得注意：有一种行为反应，帕金森病患者和常人一样，那就是面对危险时下意识做出的“战斗或逃跑反应（fight or flight responses）”（这可能因为战斗或逃跑反应是由去甲肾上腺素，而不是多巴胺控制的）。但如果通过药物提高帕金森病患者大脑中的多巴胺水平，就会使得帕金森病患者在面对危险的时候会做出过激的反应。这些都和“多巴胺控制着行为选择的门槛高低”这一点密切相关。

如果我们能完全了解大脑的正常运转机制，当大脑出问题的时候，一切问题都不会是问题。

（2）多巴胺还给行动选择带来了“学习”这个技能。比如说，如果基底核发起了一个行动A，并且行动之后多巴胺水平升高了，中脑皮层通路就会做出相应改变，使得下一次遇到类似的环境或场景时，更倾向于选择行动A。

还有一小部分从腹侧被盖区出来的多巴胺，出来之后，没走多远，到了伏隔核（nucleus accumbens），而这条通路叫作“中脑边缘通路（mesolimbic pathway）”。这条通路特别有名，也叫作“奖励通路（reward pathway）”。在这条通路上，多巴胺水平越高，“想要”的这份欲望就会越强烈。用学术的话来讲，就是它控制了激励显著性（incentive salience）。换句话说，同一个奖励，对不同人，在不同时间、不同环境下，会产生不同的激励显著性。

正因为这条通路负责控制激励显著性，所以这条通路上的多巴胺有个特别重要的任务，就是强化学习（reinforcement learning）。举个例子，你在夜市上乱逛（探索未知环境），试了一家麻辣小龙虾，特别好吃（奖励），吃了还想吃（激励），从此以后，你每晚都去这家店吃麻小（遵从行为）。从探索到遵从，这个养成习惯性行为的过程，就叫强化学习。如果你了解人工智能，这个词你一定不陌生。在机器学习里的强化学习是指“如何基于环境而行动，以取得最大化的利益”。其实这个词就是从神经科学这儿来的，我们这里的强化学习是指人为了达到某种目的，在特定环境下采取特定行为，当这种行为带来

奖励后，这种行为从此会反复出现，形成习惯，这叫正强化；但如果这种行为带来了惩罚，这种行为就会逐渐减少。这个认知过程对我们来说实在是太重要了，没有这个功能，我们和草履虫有什么区别？而多巴胺主要就负责其中的正强化。

【敲黑板】

惩罚导致行为的减少，而强化导致行为的增加。

---

[1]可能还有其他的功能没有被发现。

[2]学术上把这门槛叫作阈值或是临界值。

多巴胺过多有什么不好?

说到这里，就不能不说上瘾。

如果习惯了错误的行为，就成了瘾。准确地说，瘾是指一种重复性的强迫行为，即使知道这种行为会有不好的影响，也难以停止，就像是产生了一种依赖，而被依赖的“某种东西”可能是物质性的——物质成瘾（substance addiction）——譬如烟、酒、药物，也有可能是非物质性的——行为成瘾（behaviour addiction）——譬如性、网络、游戏、赌博等等。瘾上来的时候，人简直像是变了一个人，心情烦躁，注意力不集中，非常想去把这个小小的但很强烈的愿望给完成了。

以毒品为例，毒品可以间接地增加大脑中多巴胺的释放，其中最容易被影响的就是与腹侧被盖区相关的两个通路。摄入毒品后大脑分泌大量多巴胺，让这两个通路上的区域逐渐适应高水平激活状态。当停止摄入毒品后，这些区域的神经细胞难以适应新的低水平激活状态，人就会出现“想要”的感觉，进而自动生成对毒品的渴求，导致物质成瘾。

除了成瘾，从腹侧被盖区出来的这些多巴胺还和精神分裂症（schizophrenia）有关系。中脑皮层通路被阻断，人会出现精神分裂症的阴性症状，比如在该有情绪的时候没法表达情绪，不愿与人交流接触。中脑边缘通路被阻断，人就会产生精神分裂症的阳性症状，比如幻觉和妄想。注意，幻觉和妄想是有区别的，看到我家堆了一个亿的现金是幻觉，坚信我自己是亿万富翁那就是妄想。虽然多巴胺和精神分裂的具体关系还不太清楚，但直到目前为止，学术界所有涉及精神分裂症形成的理论和假设都和多巴胺有关。

知识充电站

专业词汇英语错了，中文翻译才正确。

基底核的英文名是“basal ganglia”。如果你对神经解剖学有一些了解的话，就会发现这个翻译不对劲。ganglia（单数为ganglion）的中文翻译是神经“节”，指的是周围神经系统的神经核团（神经核团是神经细胞的胞体的聚集，英文为a cluster of neurons）。而“核（nucleus）”指的是中枢神经系统的神经核团。那为什么不叫基底节，而叫基底核呢？原因出在英文上，它本身就是错的。基底核属于中枢神经系统，而不是周围神经系统，所以它本应该叫basal nucleus，而不是basal ganglia。这个错误的英语名字现在已经成为习惯用法，但在翻译成中文的时候被纠正了。这种“英文错了，中文翻译反而是对的”的例子实在少见。

巧克力是怎么和爱情扯上关系的?

除了“多巴胺=快乐”这个误解，另一个常在科普文中看到的说法是：“无论是一见钟情还是日久生情，爱情=苯乙胺+多巴胺。”

很有趣的是，如果一句话我完全看不懂，我就会觉得它很没有说服力，甚至还会产生一种逆反感：“啧啧，科学家是不会说人话吗？”要是一句话我全都懂，我又会觉得“这谁不知道，你们这些科学家就是没事闲的”。最微妙的就是这种，一句话里大多数词我都认识，其中大半的内容我有可以多唠几句的切身体验（比如爱情），一小部分特有格调而且我还认识的词（比如多巴胺），再加上一个我不认识但一看就牛的词（比如苯乙胺），这样的一句话就莫名其妙地特有说服力，而且特别有格调。

你看到“苯乙胺”可能摸不着头脑，但如果说“安非他命（amphetamine）”你可能就觉得耳熟了。安非他命和苯乙胺是同系物，它们俩的结构非常类似。安非他命是一种用来治疗注意缺陷多动障碍（attention deficit hyperactivity disorder，简称ADHD，俗称多动症）的药物，长期过量使用会导致上瘾，但还是有人会在没有疾病的状态下使用它，因为它有非医疗用途的助兴作用，换句话说，它可以被当作春药使用。安非他命容易导致上瘾，而且有明显的健康危害，用于非医疗用途是违法的。

苯乙胺是种很有意思的神经递质，和多巴胺强相关。它的溶液闻起来有股鱼腥味。它有类似摇头丸的作用，会令人兴奋、产生幻觉、食欲降低。20世纪80年代，曾有种叫作“爱情的巧克力”的理论。因为巧克力里含有苯乙胺，所以很多人认为吃巧克力就会让人感受到爱情。但其实这个理论站不住脚，因为巧克力里的苯乙胺被吃下肚后很快就被消化，变成其他物质了，无法进入大脑产生“爱”这样强烈的情感。对于这点，巧克力厂家并不在意，也大概就是从那时开始，巧克力总和爱情挂上关系。

“爱情=苯乙胺+多巴胺”这个说法衍生出极多很有噱头的误解，比如“只要大脑产生足够多的这两种激素，就会产生爱情”，而“爱情的消

失，也只是因为这些化学物质的消失”。

确实有神经科学研究观察到热恋中的人的大脑多巴胺水平比常人要更高[1]。但这不能过度解读成“多巴胺开始降低，热恋期就过了”吧。亲啊，渣就渣，不要拿多巴胺当借口好吗？我们多巴胺可不背锅。

类似的，我在网上还看过一句话：“对同一个异性，多巴胺这样让人像吸毒一样快乐的情欲激素只可以持续分泌几个月到四年不等。”先不说多巴胺怎么跟情欲扯上关系了，就说若大脑的多巴胺只能分泌四年，那你一定要不断热恋，坚持不懈，否则变成“单身狗”的那天就是你得帕金森病的日子。

渣渣复渣渣，多巴胺不背锅。

---

[1]Aron, A., et al.(2005). Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love, Journal of Neurophysiology,94(1),327–337.

多巴胺不是真正的快乐

乍一看，多巴胺三大通路所带来的功能——运动控制、行为选择和强化学习——似乎风马牛不相及，但其实这三种功能，都能汇到一个点上，那就是奖励。它们相辅相成，让奖励系统实实在在地运行起来。

为什么这么说呢？让我们回头看看奖励到底是什么。奖励是一种事物的特性。这个特性有三个关键的组成部分。

（1）愉悦感：奖励能够带来愉悦感。

（2）为得到满足而行动：奖励能够产生趋向性行为并带来满足感。

（3）学习：进而导致强化学习。

后面两个特点特别好理解，其实就是对应前文提到的“行为选择”和“强化学习”这两个功能。

但奖励的第一个特性就比较绕，很容易被误解。说“多巴胺就是快乐的本质”的人，其实就是对奖励和愉悦感的关系产生了误解。

“愉悦感”为奖励提供了一种定义，让奖励能够使人产生渴望进而采取行动。但奖励不等同于愉悦感，更不等同于快乐。

虽然两者常常被混为一谈，但其实“渴望”和“喜欢”是两码事。毒品上瘾就是最好的例子，瘾君子渴望毒品，但他们并不会喜欢毒品。而且随着吸食毒品次数的增加，它所带来的愉悦感会越来越少。

多巴胺本身其实不直接产生主观的愉悦感，它可能参与了愉悦感产生的过程。比如说2019年1月，西班牙巴塞罗那大学的科学家就发现[1]，要是大脑中多巴胺的水平低，听音乐时产生的愉悦感就会变低，

这说明多巴胺对产生与音乐相关的愉悦感是必不可少的——但这不是多巴胺的主要作用，愉悦感不是完全由多巴胺产生的。

写到这儿，我一直单曲循环一位女歌手唱的《你不是真正的快乐》。不由得感叹，她真是唱出了多巴胺的心声啊，真硬核。

如果非要给多巴胺安一个角色，不如说多巴胺是“励志”。

说起来，发现多巴胺的过程就挺励志的。回顾现代神经科学的历史，如果说大脑是一场舞台剧，神经科学家是编剧，神经递质们各自有各自的角色，那多巴胺最开始就是个给男主角去甲肾上腺素当“炮灰”的小弟。这怎么说呢？在很长一段时间里，科学家一直以为，多巴胺仅是去甲肾上腺素的一个前体。去甲肾上腺素是另一种重要的神经递质，后面我们会细谈。前体就是指半成品，换言之，多巴胺只是一个半成品，完成品是去甲肾上腺素。谁又能想到一个半成品这么厉害呢？

1958年，瑞典药理学家阿尔维德·卡尔森在兔子身上做与去甲肾上腺素相关的研究时，意外发现多巴胺有控制动作的作用。如果缺少多巴胺，兔子会出现类似人类的帕金森病患者的症状。这说明多巴胺不仅是前体，其本身也是一种负责大脑某些重要功能的神经递质。很快，他们实验室又开发出了一种测量大脑中多巴胺含量的办法，以此做出了多巴胺在大脑中的分布图。卡尔森因此在2000年获得了诺贝尔奖。

---

[1]Ferreri, L., Mas-Herrero, E., Zatorre, R.J., Ripollés, P., Gomez-Andres, A., Alicart,H., Olivé, G., Marco-Pallarés, J., Antonijoan, R.M., Valle, M., Riba, J., Rodriguez Fornells, A. (2019). Dopamine modulates the reward experiences elicited by music. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,116(9),3793-3798.

多巴胺究竟是什么?

说多巴胺是奖励，其实还是不准确的。

因为多巴胺不是奖励的绝对值，而是奖励预测误差（reward prediction error）[1]。

简单来讲，你第一次主动帮助妈妈做了家务事，妈妈奖励你一颗巧克力。你本来没期待会收到巧克力的（即预测中会得到巧克力的可能性为0），所以巧克力的出现是一个意外之喜（即预测误差）。当你收到巧克力的那一刻，这个奖励预测误差就会引起多巴胺短暂但强烈的释放。

有意思的是，等你学习到“做家务事”和“得到巧克力”两者的必然联系后，下次多巴胺释放的时间点，就会提前到“做家务事”的时刻。

这就是为什么在多巴胺的奖励机制中，不得不提的就是“预测”这一环节。这是一个非常重要的发现，这才真正地触碰到了“多巴胺究竟是什么”这个问题的答案。

因为这一发现，2017年，沃尔弗拉姆·舒尔茨、彼得·达扬和雷·多兰三人得到了大脑科学奖（The Brain Prize）。剑桥大学的舒尔茨首先发现了多巴胺和预测之间的这一联系，按他的原话说，“这是一个让我们想要买一辆更大的车或一栋更大的房屋，或是在工作中得到提拔的生物学过程”。达扬进一步推动了舒尔茨的工作，提出了上面说的“奖励预测误差”这一概念，并从数学上提供了模型，进一步解释了多巴胺是如何驱动我们并更新目标的。而多兰则又进一步研究了多巴胺是如何帮助我们学习，又是如何调控“期待”的。

知识充电站

为什么之前讲的不算是触碰到了真正的答案呢，难道知道多巴胺和奖励有关不是一份答案吗？倒不是这个意思。只是知道两者有关，并不足以让我们建出一个大脑来。虽然，建出人造大脑

并不是我们的最终目标，但如果我们能造，也就说明我们已经完完全全搞明白大脑里发生了什么。

我觉得这一知识点对我们自己的日常生活也很有启发性。

最近两年，我越来越觉得没动力去驱动自己。我做了很多努力，似乎也有些成果，却感受不到被奖励。我向朋友吐露这一困扰时，他们都笑我，我拥有的哪个不是高价值的奖赏，还求什么？

但我们这帮研究神经科学的人都忘了一个非常简单的道理，满足感并非来自奖赏的绝对值，而在于被奖励的意外感。

100分（给你1亿元）不一定就比1分（给你100万元）的事件更让你感到满足，因为如果你本来的奖励基线是100分（比如你做出了很多努力，很确认这事能带来1亿元的收益），那实际收获为100分，你并不会感到意外，也不会有奖励感（不能说完全没有，但不强）；但如果你原本的基线是0分，即使收获1分，也是有实实在在的1分奖励的。当然，如果你本来期待1亿越南盾[2]，结果得了100万元人民币，这肯定是个很强的奖励。

姑且可以把多巴胺想成奖励的意外性。

100分的奖励不一定就好于1分的奖励，因为如果你的期待是100分，最后得到的是100分，那真正能感受到的奖励为0分。

当然，这个道理谁都明白。

但对于这个知识点，还有另一种理解：那最好不要努力，这样就不会有期待，让期待的奖励值恒定为0分，那任何奖励都会带来愉悦感。

（哎，这个样子有点像抑郁状态呢！什么都不想做，对什么都没有期待，说不定这也可以算是解释“为什么人会抑郁”的一个歪理？）

但如果这样认为，那就是对人的奖励系统没搞明白。奖励作用有一个必要条件，那就是行为参与（behavioural engagement），用产

品经理的话说，就是衡量网站用户的活跃度的分析指标——参与度。

原本为0分的期待值，如果完全随机地等待天降奖励，奖励的不确定性会一定程度地提高，这种不确定性会将基线提高，比如把0分变成0.5分。不仅如此，人会对小概率事件产生“它很常见”的错觉，这就更导致基线不成比例地提高，比如变成0.6分。

这时，你的奖励基线从0分变成了0.6分，但出现的1分奖励还是完全随机的，这时你能得到的奖励预测误差会随着得到的更多奖励而逐渐归零。类似警报疲劳（alarm fatigue）[3]——相当于“狼来了”的故事——我觉得可以把这种回归现象称为奖励疲劳（reward fatigue）。

也就是说，即使你是宇宙第一“锦鲤女孩”，也会慢慢感觉不到奖励。你可能会令别人羡慕，但自己有没有体验到满足感，那是另一个问题了。

那如何能够确保一直有更多的奖励预测误差呢？很简单，只有不断地做出努力去寻找奖励，让奖励从偶然事件变成必然事件。期望（expectation）会在不断成功之后有所提高，但通过努力（effort）可以让奖励事件发生的概率提高并高于期望。如果你不愿意努力，那就要调整期望值。常言道，知足者常乐。

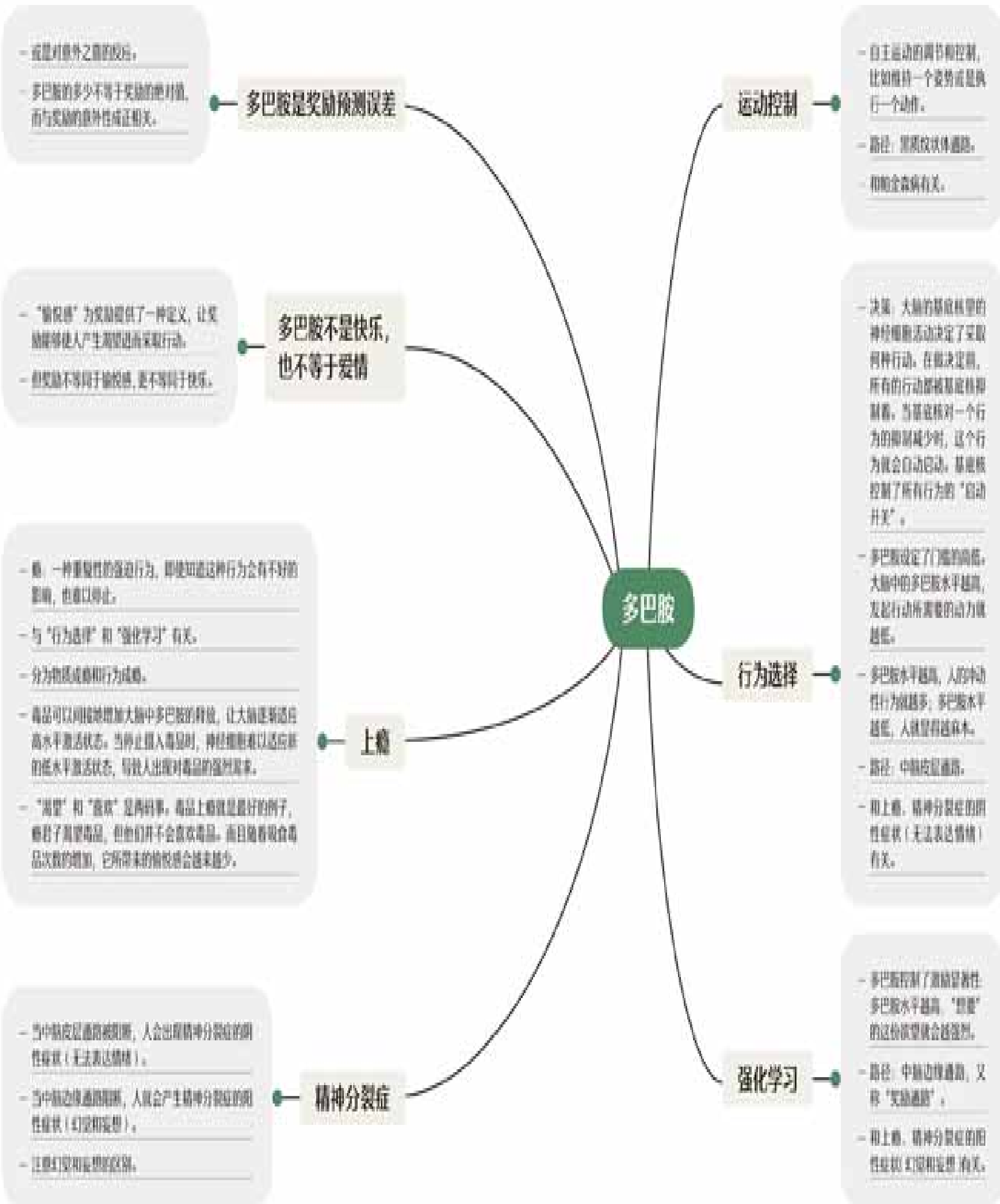
这就解释了为什么多巴胺和奖励之间的准确联系，能更进一步解释大脑是如何通过一个这么简单的化学物质驱动我们去达到各种各样的成就的。

扩展阅读

1.“多巴胺是奖励预测误差”这一概念的奠基性论文，截至2019年9月22日已经被引用了7440次。Schultz, W.,Dayan, P., & Montague, P. R. (1997). A neural substrate of prediction and reward. Science, 275(5306), 15931599.

2.知友Mon1st在知乎专栏上发过一篇非常好的文章，若是你对多巴胺的计算神经科学的机制感兴趣，可以去看看：《唱唱反调：多巴胺=快乐？没那么简单！》https://zhuanlan.zhihu.com/p/21803490

3.知友大哉问也曾发过一篇相关的专栏，很全面，知识很硬核：《多巴胺奖赏预测误差》https://zhuanlan.zhihu.com/p/24643394



[1]“预测误差”是prediction error的常见翻译。但我个人认为，“预估错误”这个翻译会更容易理解。

[2]1亿越南盾=28171.267元人民币。

[3]指暴露在大量、频繁的警报之中，人会产生的去敏感化现象。

04

血清素

血清素就是“调节心情”的关键。

虽然血清素不生产快乐感本身，

但它控制了能不能感受到快乐的那个闸门。

血清素

SEROTONIN

个人简历



ABOUT ME

虽然我远不如多巴胺有名，但要说谁是“快乐物质”，可能我才更名副其实。

市面上最主要的抗抑郁药就是为我量身定做的。

英文名为 serotonin。按照化学的规则书写为 5-hydroxytryptamine，所以又有中文翻译为“5-羟色胺”。但本书统一使

用“血清素”这个翻译。

籍贯

脑干的中缝核（raphe nuclei）

常居地

大脑里到处都是，甚至小脑里都有，主要集中在基底核和前额。

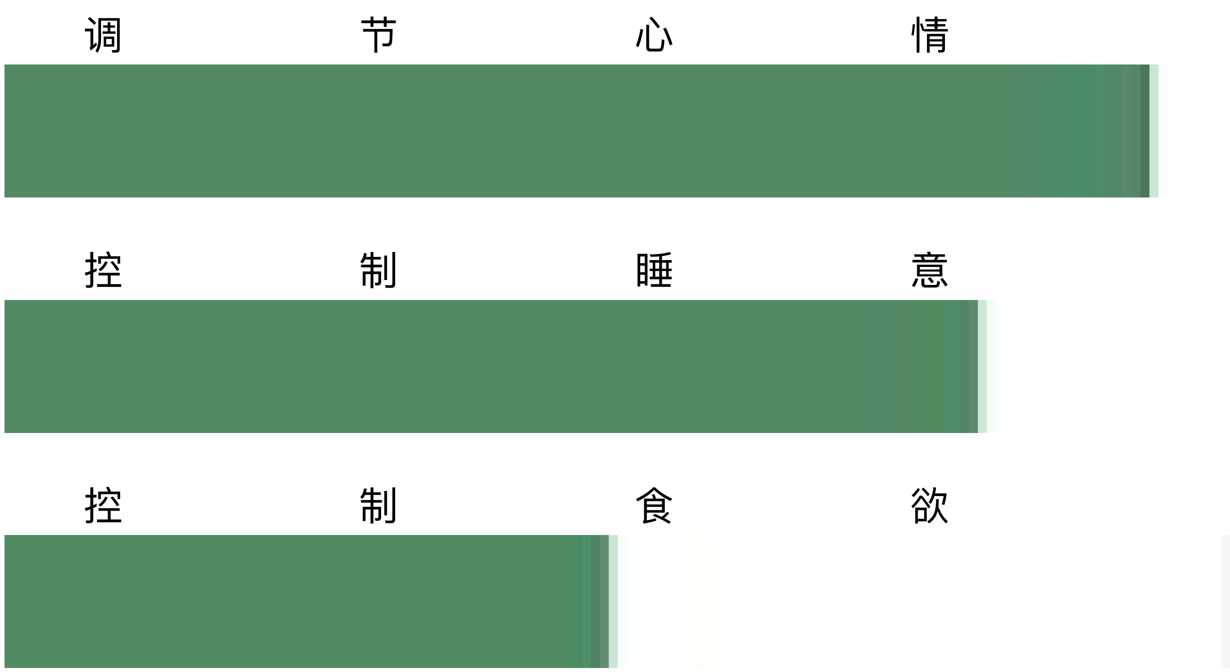
其实，身体里超过90%的血清素在肠道里，但在肠道里的和在大脑里的血清素属于两个独立的系统。这里主要讲大脑里的血清素。

弱点

抑郁

失眠

技能

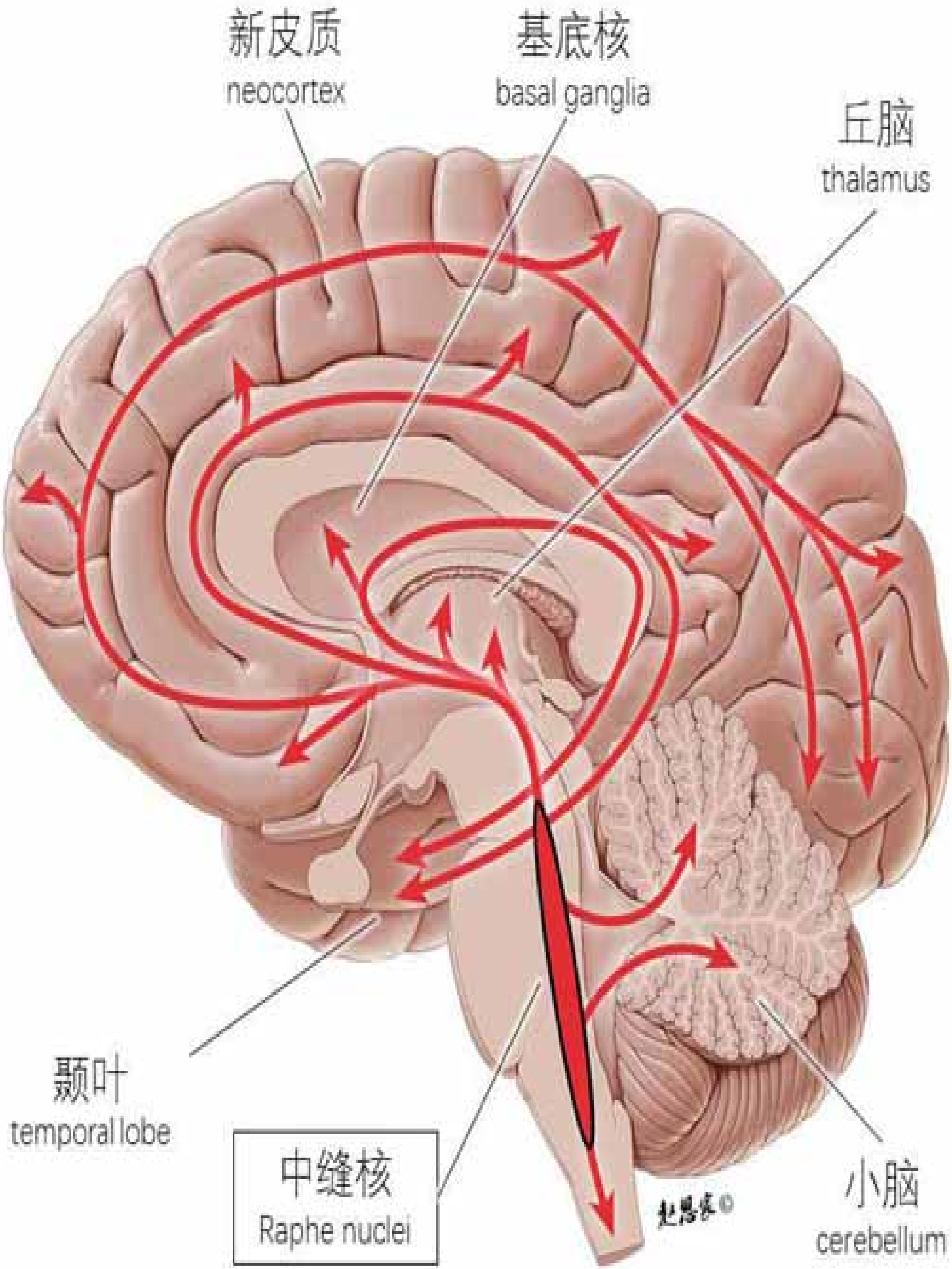


一点科学史

·1935年维托里奥·埃斯帕默（Vittorio Erspamer）从一些负责肠道运动的细胞中提取出了血清素，但当时他并不知道血清素是什么。

·1948年刚从加利福尼亚理工学院毕业的化学博士莫里斯·拉波特（Maurice Rapport）从血清中提取出了血清素，发现了其结构并将其命名为serotonin。

·1953年莫里斯的师妹贝蒂·托洛格（BettyTwarog）在大脑中发现血清素。


新皮质
neocortex
基底核
basal ganglia
丘脑
thalamus
颞叶
temporal lobe
中缝核
Raphe nuclei
小脑
cerebellum

血清素在人类大脑中的分布图。黑框里的标记为产地，箭柄为通路方向，箭头则为常居地。（图片版权©赵思家）

解忧杂货铺

相比多巴胺，血清素可能就没那么有名了。但非要说谁是“快乐物质”，血清素似乎要更适合这个角色一些。

话又说回来，为什么大家对“快乐物质”这个话题感兴趣呢？可能是因为我们大家都想快乐。但私认为，绝大多数人并非在寻求无中生有的那种快乐感，而是想从日常消极的情绪中挣脱出来，希望自己离开不快乐的状态。换言之，就是对自己的情绪有自主权。

血清素就是“调节心情”的关键。虽然血清素不生产快乐感本身，但它控制了能不能感受到快乐的那个闸门。

市面上最常见的抗抑郁药，大多是作用于血清素的，目标都是维持和提高大脑中的血清素含量。达到这个目标的方法有很多，所以市面上才会有这么多不同种类的抗抑郁药。有些药物能够阻止血清素的分解，这样即使产量维持不变，但它分解得慢，大脑里就会一直蓄着血清素。

最常见的一种抗抑郁药叫作选择性血清素再摄取抑制剂（selective serotonin reuptake inhibitor，简称SSRI）。从名字就能看出，这种药会选择性地阻止血清素被细胞再次摄取。换言之，它不是通过阻止血清素分解来达到效果，而是直接作用于负责回收血清素的神经细胞部件上，让神经细胞不要回收血清素，让它在外面待久一些，让它加班。这使得血清素能够留在突触中更长时间，延长血清素的作用，提高它的效率。简言之，这种药会让大脑中的血清素一直保持在一个比较高的状态，从20世纪80年代以后就被用来治疗重度抑郁症和强迫症。盐酸氟西汀、帕罗西汀、艾司西酞普兰这些常见抗抑郁药物都属于SSRI。

还有一种现在少见一点的，叫作三环类抗抑郁药，其中一种叫作阿米替林，它对重度抑郁症、焦虑症、多动症、双相情感障碍都有治疗作用。这种药的副作用就是嗜睡。

既然血清素含量升高，就能抗抑郁，那是不是血清素就是那个制造快乐的化学物质呢？

并不是。事实上，现在还没人准确知道高浓度的血清素到底在大脑里做什么。这么说确实非常令人沮丧，但当下的情况就是如此。我们已经研究它这么多年，这么多人吃着以它为靶点的抗抑郁药物，却并不知道血清素到底是如何让人不抑郁的，只知道它确实和抑郁症状有因果关系。

知识充电站

选择性血清素再摄取抑制剂是如何工作的呢？

你可以把血清素想象成一片片切片面包，而突触后膜的表皮上布满了空着的烤面包机（受体）。如果你不记得什么是“突触后膜”“受体”的话，务必翻回第二章（33页）温习一下。

血清素就在神经细胞外面到处飘着。这些面包机其实就是个比较自动化的开关，它们只要一碰到血清素，就会自动把血清素放进凹槽里，然后自动启动神经细胞里的其他活动。一般来说，血清素在被这些面包机碰过后，就会被神经细胞回收。即使一直没有碰上面包机，血清素在神经细胞外面飘，一会儿也会被分解。

在这个流程中，只要有一个步骤出了问题，血清素可能就起不了作用。相反，为了让更多的血清素起作用，整个流程中有很多地方我们可以做手脚。比如，有时候血清素的含量不足以刺激受体做出反应，那我们可以通过提高血清素在大脑里的含量来让反应更强烈。再比如，除了让大脑多多生产血清素，我们还可以让血清素分解得慢一些。或是双管齐下，让血清素的反应更猛烈一些。这些就是选择性血清素再摄取抑制剂的药理机制。

如果只是因为血清素的含量不足以产生快乐的状态，那就太好解决了。上面提到的抗抑郁药，在提高血清素这个问题上，是一吃就能

见效的，但并不能实际根治抑郁症。而且，要真的在认知层面起到一些抗抑郁的效果，往往需要连续吃好几周，与此同时伴随各种各样的副作用。所以现在针对抑郁症并没有大家想象中那样的灵丹妙药，说到底，这种情况其实和我们并没有搞清楚大脑的基本机制有关。

真是太难了。

话又说回来，也有可能是我们看问题的方式有问题。

我们——无论是科学家、药物研发人员、科学传播者，还是大众——可以给任何一种简单的化学物质总结出很多重要的使命。比如说，上一章已经提到，多巴胺和奖赏密不可分，多巴胺激励我们努力学习。而这里说到的血清素，它对解忧确实有很重要的作用，而且应该有因果关系。但有这一层因果关系，并不代表我们就知道它是怎么工作的。

说不定，压根就没有一种化学物质能够“生产”快乐。很多化学物质都参与了这个过程，但都不是那个源头。

路上捡了100块钱你会挺开心的，但并不是这张粉色的纸本身让你开心。100块钱是有价值的，但那张纸本身没有。可能我们研究的这些激素，它们与快乐的关系，就像是纸与钱的关系：它们让快乐和钱存在，但它们本身并非关键。

睡意正浓

前面提到的抗抑郁药物阿米替林其实也是一种安眠药。因为有实验表明，低血清素还和缺乏睡意有着一定程度上的正相关关系。这也是为什么抑郁症患者往往也有睡眠问题。

话虽这么说，但血清素和睡意的关系并没有这么简单。虽然这一假设一直存在，但并不是所有的实验结果都支持这一假设：有些人发现血清素含量越高，睡意越浓；但还有些人发现，负责生产血清素的神经细胞只有在动物醒着的时候才最活跃。后者令人困惑，如果血清素真的和睡意有关，为什么反而在醒着的时候最活跃呢?

2019年6月，加利福尼亚理工学院的神经科学家蒲大卫（David Prober）和薇薇安娜·格拉迪纳鲁（Viviana Gradinaru）在神经科学顶级期刊《神经元》（*Neuron*）上为这个看似矛盾的问题提供了一份很漂亮的答案[1]。

他们把关注点放在了中缝核（rapheal nuclei）这个脑干区域。“raphe”在拉丁语里是“接缝”的意思，叫它中缝核是因为它恰好位于脑干背后正中央的接缝处。中缝核是大脑中唯一的血清素产地，换言之，大脑里所有血清素的籍贯都是中缝核。牵一发而动全身，只要能观察到中缝核中神经细胞的活动，就等于观察到了血清素的生产状况。

中缝核是一个非常古老的脑区，说它古老是指，连鱼——这种说是我们的远方亲戚都太牵强的生物——都有中缝核。这个研究就先拿斑马鱼（zebrafish，见下页）来做实验。这种鱼特别适合用来研究睡眠，因为它和人一样，都是晚上睡觉。

研究人员做的第一步，就是修改了斑马鱼的基因，让它的中缝核不能再生产血清素。结果，这些基因被修改过的鱼每天的睡眠时间只有普通鱼的一半长。如果直接把中缝核给去掉，结果也是一样。这说明中缝核生产的血清素对保证正常的睡眠时长是必要条件。

核里装了个光控开关，类似小区楼道里的声控开关，后者是喊一声就启动，而前者是给鱼照一缕光，它的中缝核就会被激活。结果显示，



斑马鱼（图片来源：isoft）

接着，他们又用另一种方式修改了斑马鱼的基因，这次是在中缝核里装了个光控开关，类似小区楼道里的声控开关，后者是喊一声就启动，而前者是给鱼照一缕光，它的中缝核就会被激活。结果显示，

一照光，鱼就睡了。为了确保这确实和血清素有关，他们还做了个加强版实验，就是对斑马鱼进行双重基因修改，在中缝核里装光控开关，同时把中缝核生产血清素的能力去掉，结果发现就算照光，鱼也不会睡。这说明血清素是产生睡意的关键！

他们进一步在小鼠和猴子身上做了类似的实验，结果一致。前面不是说到业界之前有反对的声音吗，说生产血清素的神经细胞只有在动物醒着的时候才最活跃。确实，这组科学家也在小鼠脑中看到了同样的现象。但这并不表明血清素和睡意没关系。

和斑马鱼有一个不同之处，虽然照光也会让在中缝核中安装了光控开关的小鼠睡着，但这光必须闪在特定节奏上，换言之，一直激活中缝核，小鼠是不会产生睡意的，而要让激活的过程带上节奏感。而这个节奏，恰好和小鼠醒着时中缝核神经细胞的激活节奏一致。

也就是说，醒着的时候，中缝核的神经细胞是激活的，这并不是说血清素和睡意无关。恰恰相反，正是因为血清素管的是睡意的产生，所以它起作用的时间点应该是在睡前而不是睡眠中。

说到这儿，我们从血清素这一块小小的拼图上移开目光，站远一点，来看看大脑是怎么控制睡眠的。

大脑里有两个控制睡眠的系统。一个是昼夜节律（也就是生物钟）：当有光照时，身体会苏醒；当天黑时，身体知道该睡觉了。另一个是睡眠压力：早晨起床后，因为你已经得到了休息，所以会觉得充满干劲；但如果一直没睡，睡眠压力就会随着缺少睡眠的时间而累积，你会变得疲惫和困倦，如果你一晚上没睡，那睡眠压力会特别高，即使外面天亮了，生物钟告诉你该醒了，你还是会觉得特别累。这两者协调一致，才能保证良好的睡眠。

而这篇论文的研究者就认为，血清素可能就是睡眠压力的指标。你醒着的时候，血清素就像是时间沙漏一样，开始逐渐堆起来，堆得越多，睡眠压力越高，你就越想睡觉——无论是白天还是黑夜。当生产血清素的中缝核被关掉，你就不会有睡眠压力，只有生物钟，自然就睡得少了。

知识充电站

血清素不能通过血脑屏障，所以直接吃血清素，并不能提高大脑里的血清素含量，不能够抗焦虑或是安眠。市场上销售的这类营养剂，从效益上看只是安慰剂。



血清素

我不仅能调控人的心情，还能让蝗虫从有社交恐惧症的害羞男孩变成社交猛男哟。蝗虫本来是一种很害羞的独居生物。但在注射血清素之后，它们会变成积极寻找其他蝗虫聚集的群居蝗虫。在短暂的三小时之内，改变的不仅是居住习惯，它们还会获得远超平常的社会性，甚至身体也会变形，变成棕黑色，而且更加强壮、飞得更快。和之前那绿色、害羞的样子完全不同，它们完全社会猛男化了。

---

[1]Oikonomou,G., Altermatt,M., Zhang,R., Coughlin,G.M., Montz,C., Gradinaru,V.,Prober,D.,A. (2019).The Serotonergic Raphe Promote Sleep in Zebrafish and Mice.Neuron, 103(4),686-701.

减肥不成功，你是不是“杜绝碳水化合物”了？

“You are what you eat.”是一句英语谚语，意思是人如其食，饮食可以反映出一个人的健康状态和生活环境。

在我大一时，神经科学的专业课实际上讲不了什么太深奥的内容。当时最主要的教材，叫作《神经科学：探索脑》（*Neuroscience: Exploring the Brain*）。这可能是对神经科学初学者最友好的一本入门级教材了。当时看这本书的时候，我印象最深的知识点就和血清素有关。

减肥餐从开始的“低油，高碳水化合物”变成了现在的“高蛋白，低碳水化合物”。低碳水化合物甚至是无碳水化合物，可能确实对减少热量摄入有显著帮助，但从对大脑的影响的角度来讲，不一定是好事。这个关键就在于血清素。

血清素在大脑里的生产速度是几乎完全被一个叫作色氨酸（tryptophan）的东西控制的。这里我用了“完全”这么危险的词，在神经科学里很少见，但确实如此。大脑中的色氨酸越多，血清素就会越多；色氨酸越少，血清素越少。

而色氨酸是一种必需氨基酸，换言之，它是一种人体无法自己合成的物质，必须从食物里取得。我们日常食物中色氨酸含量最高的是猪肉、鸡肉、豆制品和一些海鱼。比如100克三文鱼含有250毫克色氨酸，100克猪里脊或鸡胸肉含有280毫克色氨酸，100克豆腐含有100毫克左右色氨酸。这些都属于高蛋白食物。

如果你只看到这里，可能会得到一个结论：要多吃高蛋白的食物。再结合另一个现象——“高碳水化合物=高热量”，那你可能会得到这么一条结论：“高蛋白+无碳水化合物=快乐地减重”。当然，这么粗暴的“吃啥补啥”的调调在现实生活中是行不通的。

事情并没有这么简单。虽然刚吃完高蛋白食物时，血液里的色氨酸含量确实会迅速升高，但接下来好几个小时里，大脑中的血清素含

量却会降低。这不是前后矛盾吗，为什么会这样呢？原因很简单，因为饭后身体血液中的色氨酸含量高，不等于大脑里的色氨酸含量高。决定大脑里的色氨酸含量的不仅是身体血液中的色氨酸含量，还有其他氨基酸的含量。从身体进入大脑，氨基酸需要通过血脑屏障。而血脑屏障不是一个你想过就能过的地方，氨基酸会相互竞争，这种竞争导致能进入大脑的色氨酸反而减少了。

知识充电站

血脑屏障是什么？它是血液和脑组织之间的一道屏障。我们的身体各处都需要血液，血液为细胞带来氧气和养分，而氧气对（我们身体里的）细胞来说是必不可少的。虽然神经细胞也需要氧气，而且需求量最大，但神经细胞是不可直接接触血液的。（中风就是大脑中血管破裂，血液和神经细胞直接接触，导致了神经细胞的损伤和死亡。）所以，虽然大脑里的血管密密麻麻，但血管和神经细胞是不会直接接触的。这个屏障就像是一个非常细的筛子，只让特定的物质，譬如说氧气、二氧化碳、血糖通过。大部分的药物或病菌因体积太大，都是不能通过的。

那怎么办呢？那到底要怎么吃才能提高大脑里的血清素含量呢？答案是，在吃高蛋白食物的同时也要吃高碳水化合物食物。胰腺注意到血液中碳水化合物含量高时，会立即生产胰岛素（就是糖尿病患者缺的那个东西）。而胰岛素就能作用在氨基酸上，减少其他氨基酸，而不影响色氨酸，这样“色氨酸：氨基酸”的比例就变大了，色氨酸自然能够有效地进入大脑，提高血清素的生产量。这可能是为什么当大脑里的色氨酸含量过低时（也就是忧伤时），可能出现“特别想吃高碳水化合物食物”的冲动。（脑洞一下：这会不会也和“失恋后特别想吃东西”有关系呢？）

由此可见，“杜绝碳水化合物”的极端饮食结构可能反而不能减肥，因为完全没有碳水化合物可能会导致色氨酸不被大脑有效吸收，进而导致焦虑、失眠和“特别想吃碳水化合物”的冲动——我把这三个东西叫作“血清素缺乏三件套”。就算短期内“忍辱负重”，体重减下来了，我也不相信这三件套真能让人一直瘦。

这给了我完美的借口吃米饭呢，真香！

知识充电站

作为神经递质，大脑里的血清素的功能非常重要，最近几十年也被翻来覆去地研究。但有意思的是，人体内95%的血清素其实是在身体里生产的，这说明血清素在身体里很有可能有重要且独立的功能，但这种可能一直都被科学家们所忽视，直到近两年才引起注意。



多巴胺

我是奖励预测误差这一概念是由英国计算神经科学家彼得·达扬提出的，他也因此在2017年得到了神经科学领域里的大奖。



血清素

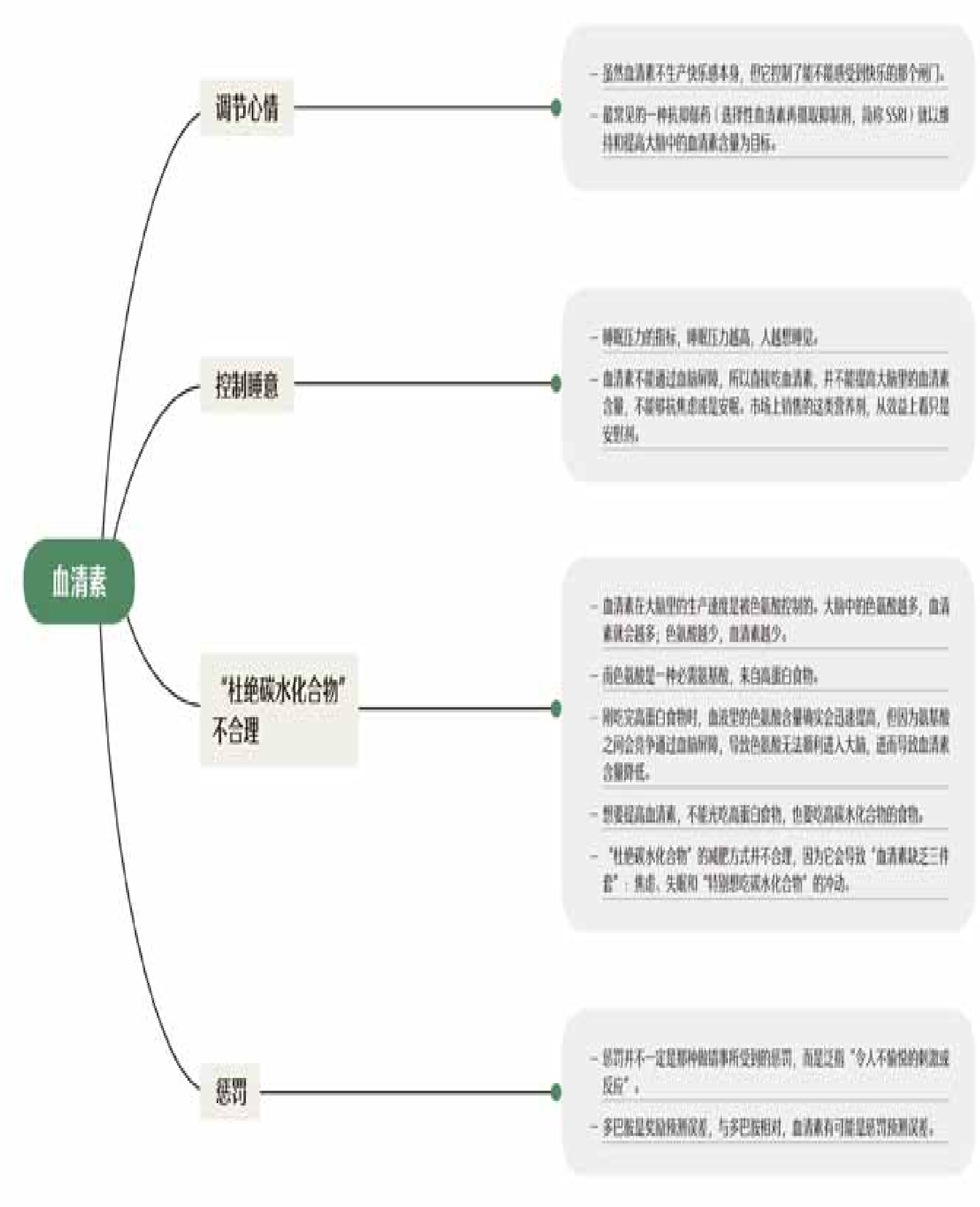
之后达扬又提出，可能与多巴胺相对，我是惩罚预测误差。要特别说明的是，这里说的“惩罚”并不一定是那种做错事所受到的惩罚，而是泛指“令人不愉悦的刺激或反应”。

扩展阅读

1.Yaakov Liu写过一篇特别硬核的血清素的科普文章：《五羟色胺的功能是什么》https://zhuanlan.zhihu.com/p/38346602

2.相比多巴胺，我们对血清素的了解其实还很浅。从计算神经科学的角度来看，多巴胺是奖励预测误差，这是彼得·达扬提出的一个概念，他也因此在2017年得到了神经科学领域里的大奖。在此之后，他进一步探索了大脑是如何对“惩罚”做出反应的，而他认为血清素可能和惩罚有关。与多巴胺相对，血清素有可能是惩罚预测误差，工作逻辑可能和多巴胺类似。要特别说明的是，这里说的“惩罚”并不一定是那种做错事所受到的惩罚，而是泛指“令人不愉悦的刺激或反应”。对“血清素是惩罚预测误差”这个理论感兴趣的小伙伴可以参考这篇论文：Cohen，J.Y.，Amoroso,M.W.，& Uchida，N.（2015）. Serotonergic

neurons signal reward and punishment on multiple timescales.ELife,4,e06346.



05

去甲肾上腺素

去甲肾上腺素，这名字一听就和肾上腺素有关系！

你可以姑且把它们俩想成“双胞胎分工，

一人主内一人主外”。

大脑里的主要是去甲肾上腺素，

而躯干里的主要是肾上腺素。

去甲肾上腺素

NOREPINEPHRINE

个人简历

籍贯



ABOUT ME

我是“肾上腺素”的双胞胎兄弟，只是我们负责的工作区域不同。我在大脑里，它在身体里。

看你是说美式英语还是英式英语，我在美国的常用名是norepinephrine（简称NE），在英国则常被称为noradrenaline（简称NA）。我跟多巴胺关系也很密切。别看我们功能似乎差很远，其实我就是多巴胺变装而来的。

籍贯

脑干的蓝斑核（locus coeruleus）。

每个蓝斑核有大概一万两千个神经细胞。如果说，“条条大路通罗马”，蓝斑核大概就是人类大脑中的“罗马”，它坐拥全脑中最四通八达的网络，人类脑干中的蓝斑核的两万四千个神经细胞，每一个都连接了两万五千个以上的其他神经细胞，而且每个都连着大脑和小脑。基本等于黑白双吃的那种神秘组织了。

常居地

大脑的全部脑区几乎都有，甚至小脑也有！

弱点

状态不佳，没劲

注意缺陷多动障碍（俗称多动症）

技能

维　　　　持　　　　警　　　　觉　　　　性



战　　　　斗　　　　或　　　　逃　　　　跑



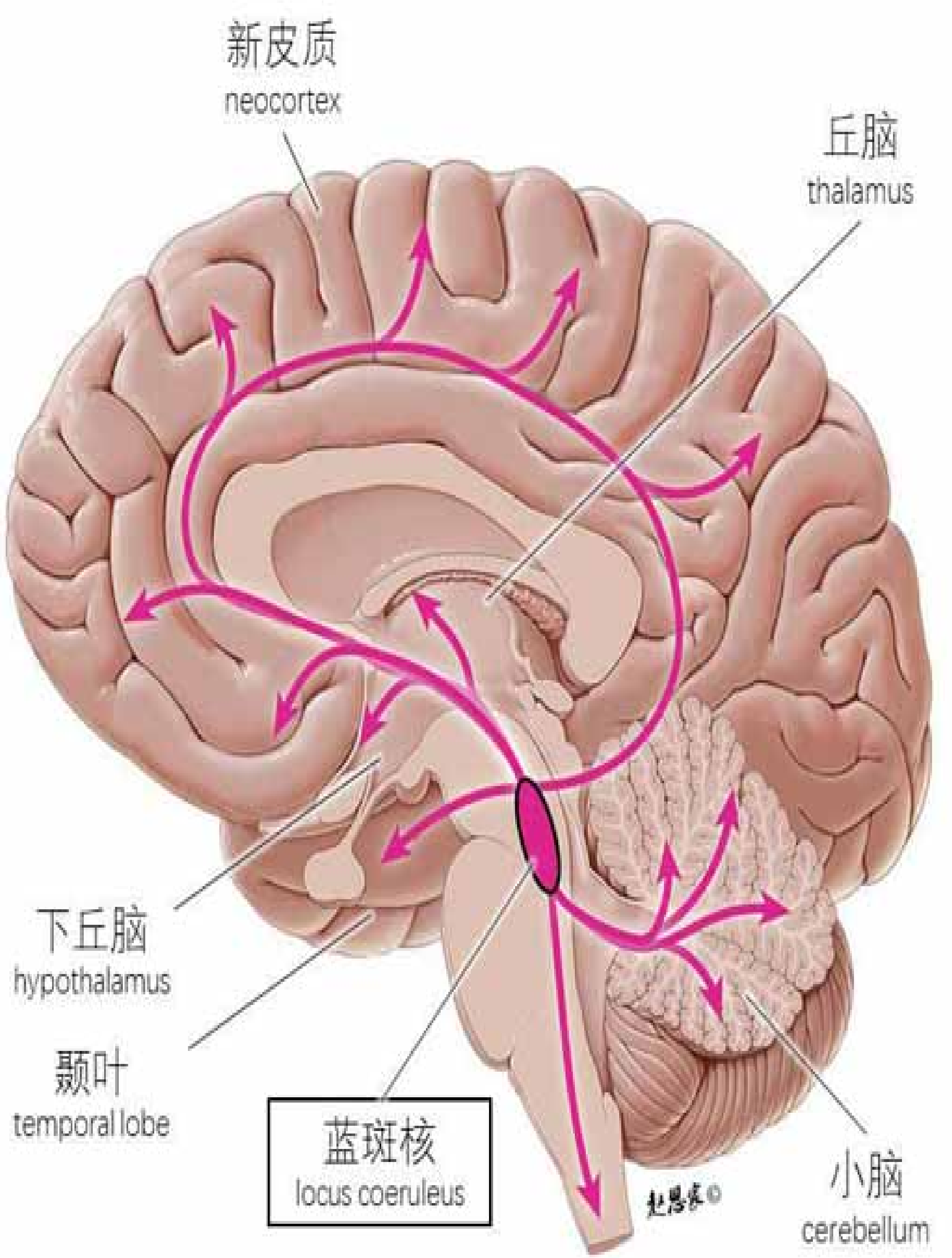
一点科学史

·沃尔特·坎农（Walter Canno）在20世纪初将“战斗或逃跑反应”这一理论发扬光大，使得很多人对“是什么负责控制这一对反应”感兴趣并展开研究。

·1945年乌尔夫·冯·奥伊勒（Ulf von Euler）发表了一系列论文提出去甲肾上腺素是一种神经递质，并持续研究确定了去甲肾上腺素确有

调控“战斗或逃跑反应”的作用。

·1970年乌尔夫·冯·奥伊勒因此与另外两位研究神经递质的科学家伯纳德·卡茨（Bernard Katz，英）和朱利叶斯·阿克塞尔罗德（Julius Axelrod，美）共同分享了诺贝尔奖。



新皮质
neocortex
丘脑
thalamus
下丘脑
hypothalamus
颞叶
temporal lobe
蓝斑核
locus coeruleus
小脑
cerebellum

去甲肾上腺素在人类大脑中的分布图。黑框里的标记为产地，箭柄为通路方向，箭头则为常居地。（图片版权©赵思家）

和肾上腺素不得不说的关系

去甲肾上腺素，这名字一听就和肾上腺素有关系！

你可以姑且把它们俩想成“双胞胎分工，一人主内一人主外”。大脑里的主要是去甲肾上腺素，而躯干里的主要是肾上腺素。其实，躯干里也有去甲肾上腺素，而且作用和肾上腺素特别像（因为它们的化学结构极像）；大脑里也有肾上腺素，但和去甲肾上腺素相比，含量极低。

在讲去甲肾上腺素前，必须聊聊肾上腺素。

如果多巴胺是最有名的大脑里的激素，那肾上腺素就是最有名的身体里的激素了。在日常对话里，肾上腺素等于“燃”。那些让肾上腺素狂飙的电影、漫画、音乐……都让人感到特别“燃”。令人欣慰的是，大众对肾上腺素的这些理解是很准确的。

肾上腺素含量升高时会有以下几个效果：

（1）血液流速加快，在短时间内让更多血液涌入肌肉（方便发力做出反应）；

（2）瞳孔放大（一种说法是，瞳孔放大理论上可以让更多光线和视觉信息进入眼睛）；

（3）呼吸加速；

（4）血糖值提高。

其实这些说到底就是战斗或逃跑反应，是动物面对危险时，身体自动产生的应激反应，让身体做好防御、挣扎或逃离的准备。肾上腺素就是战斗或逃跑反应中的一大功臣，它所带来的这一系列生理反应都对后续的准备有所帮助。

那注射肾上腺素能不能让人爆发“洪荒之力”呢？不能。这里我要夹带一点私货，安利诸位一款电脑游戏——《巫师》。在这个游戏里，玩家扮演一个名叫杰洛特的怪物杀手（游戏里叫“巫师”）。游戏的战斗模式中有一个很实用的属性值叫作肾上腺素，消耗肾上腺素可以使攻击伤害更强。作为一名手残党，每次打怪前，我都要喝一瓶能够加速肾上腺素生产的药剂，基本等于兴奋剂。这个设置特别有趣。但这毕竟是游戏，不要以为现实生活中我们也可以这样哟。对我们普通人类来说，肾上腺素是把双刃剑。注射肾上腺素并不能让人爆发“洪荒之力”；相反，误用过量肾上腺素，会使人出现恶心、胸痛、血压升高、心跳过速等症状，甚至死亡。

为什么去甲肾上腺素会有两个不同的英语名字?

去甲肾上腺素有两个英语名字，一个是“norepinephrine”，另一个是“noradrenaline”。而肾上腺素在英语里是“adrenaline”或“epinephrine”。

在日常学术活动中，去甲肾上腺素更常叫“norepinephrine”，而肾上腺素更常叫“adrenaline”。这就很奇怪了。

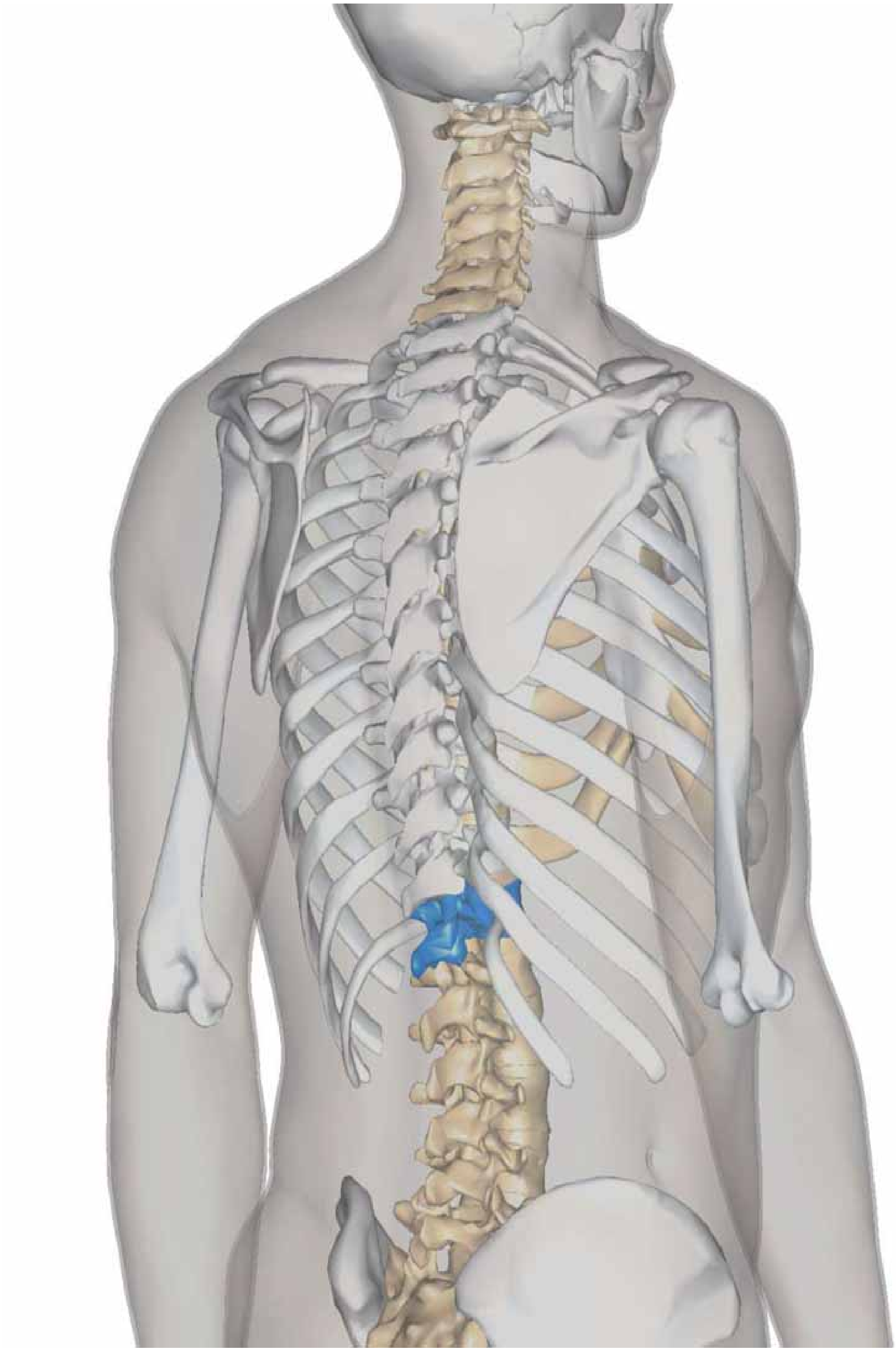
“epinephrine”和“adrenaline”两者完全通用，我问过好几个专门研究去甲肾上腺素的同行，他们都不知道为什么会有这样两个词。但从使用者的国籍来看，我的推测是，“norepinephrine”是美式英语，而“noradrenaline”是英式英语（读博士期间我认识的同行都来自美国，而在读本科时是英国药理学老师教的课）。这确实没错，但是如何出现这样的美英差异的呢?

直到在为这本书找资料的时候，我翻出了大一的一本参考教材《行为生理学》（*Physiology of Behaviour*），才搞懂了两者的关系。

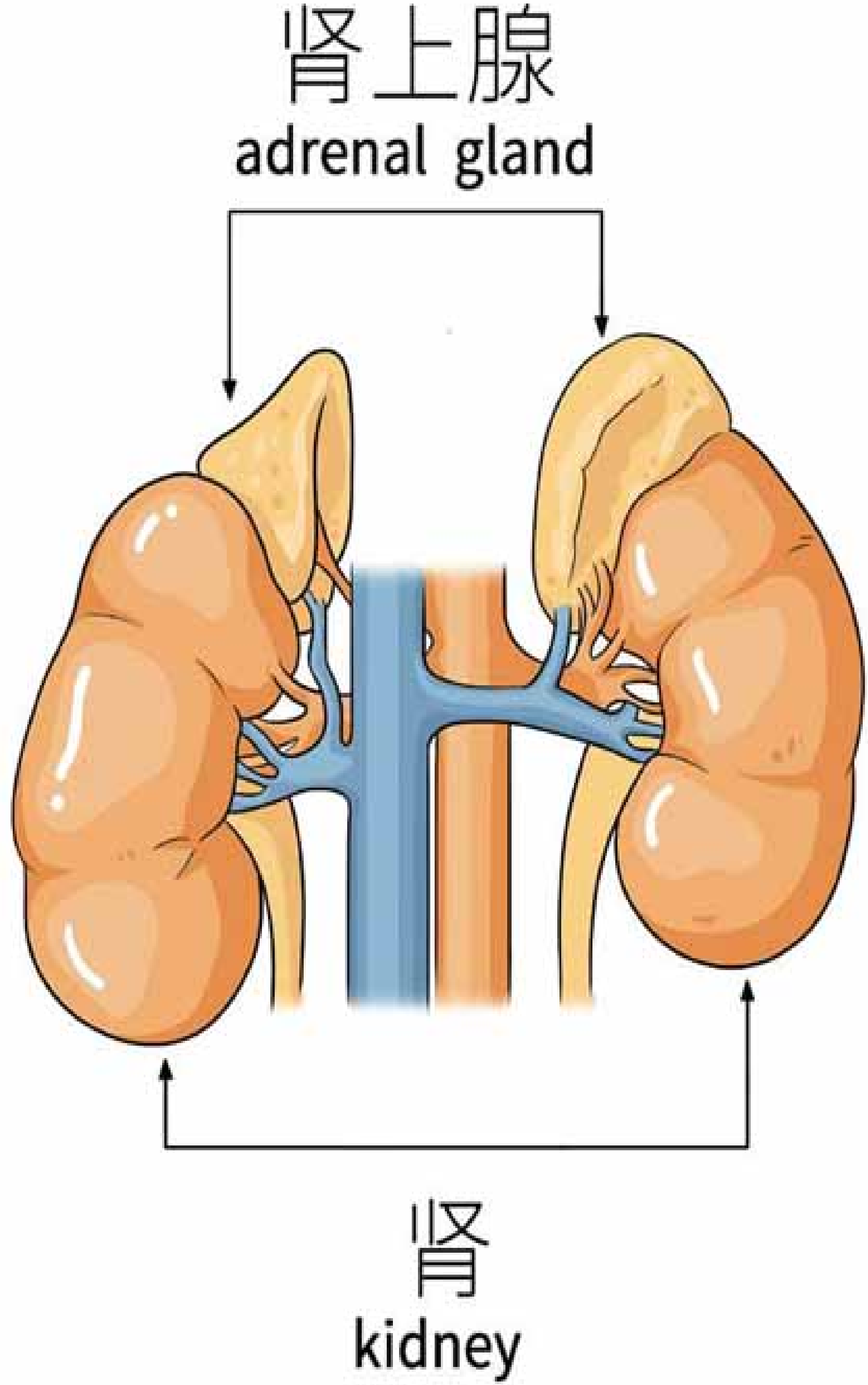
肾上腺素是一种激素，它生产于肾上的肾上腺（adrenal glands）。在拉丁语中，“adrenal”是指“朝着肾”，而在希腊语中，“epinephron”指“肾之上”。所以就有了“adrenaline”和“epinephrine”这两个英语名。那为什么学术界更喜欢用“epinephrine”，而不是大众更熟悉的“adrenaline”呢？（而且一般来说学术界都更喜欢用拉丁语版本。）这是因为有制药公司将“adrenaline”注册为药名，为了避免和商界的所有者产生瓜葛，学术界使用了希腊语版本。

这也解释了为什么我本科老师教的是“adrenaline”，因为他是研究制药的。而博士期间我的身边都是纯粹研究神经科学的科研工作者，对制药领域完全没有了解，习惯了使用“epinephrine”这个希腊语版本。从这样一个小小的词语，也能挖掘出好多故事啊。

肾上腺到底在哪儿呢？它位于肾的上方，大约在第十二节胸椎（也就是最后一节胸椎）的左右两侧。胸椎是脊椎的中间一段，脖子以下、腰以上就是胸椎，每一条胸椎连着一条肋骨。其实如果你坐直，把手绕到背上去摸，大概在腰和胸之间的位置就是肾上腺的大致所在。



肾上腺的位置大约在第十二节胸椎的位置。图中蓝色部分即为第十二节胸椎。这张图显示了脊椎的颈椎、胸椎和腰椎，其中颈椎和腰椎都用浅黄色标识了出来。（图片版权：Body Parts 3Dライフサイエンス統合データベースセンターlicensed under CC表示継承2.1日本）


肾上腺
adrenal gland
肾
kidney

肾上腺的位置，位于肾之上。它负责生产身体里的肾上腺素，也是肾上腺素这个名字的来源。

状态不好，撤退！

上面我们说了肾上腺素的作用，它和战斗或逃跑反应有关。那去甲肾上腺素的作用是什么呢？说起来也差不多，但仔细一想，其实从根本上还是有区别的。

可能是因为我自己就研究这个问题，平日里老是想它，一时反而不知道该如何回答。我思考了一下，去打了一局《王者荣耀》，觉得利用这个游戏能够高度概括去甲肾上腺素对人的认知功能的作用。

当你躲在草丛里，随时看着有没有对方英雄接近的时候，去甲肾上腺素维持你的警觉性。

这是它的第一个作用。

当你走到河道，发现对面有个英雄落单时，立马选择“战”；一靠近却发现草丛里还有四个英雄，就会拔腿就“逃”。

无论你选择“战”还是“逃”，在决定的那一刻，蓝斑核会立即生产去甲肾上腺素，给大脑的其他区域发送信号，进入备战或是防御的状态。

这是它的第二个作用。

如果你是一名打野，可能还要面临一个问题：是否要入侵敌方野区进行反野。反野带来的好处是获得的收益比窝在自家野区要高，但也会有风险。所以你是要去冒险，还是留在已知区域里发育？

这个问题叫作“探索和开发的利弊权衡（exploration exploit trade-off）”。了解人工智能的读者看到这里可能又发现熟悉的概念了，这在强化学习领域里也是一个非常基础和重要的概念。教材里一般会用另一个例子：“假设你家附近有十家餐馆，到目前为止，你在八家餐馆吃过饭，知道这八家餐馆中最好吃的餐馆可以打8分，剩下的两家餐馆也许会遇到口味可以打10分的，但也可能只有2分。那你下次会去哪里吃饭？是去探索新的餐馆，还是去已经吃过并且味道还不错的？”[1]

这是它的第三个作用。

总而言之，在成为王者的路上，你不能没有去甲肾上腺素。

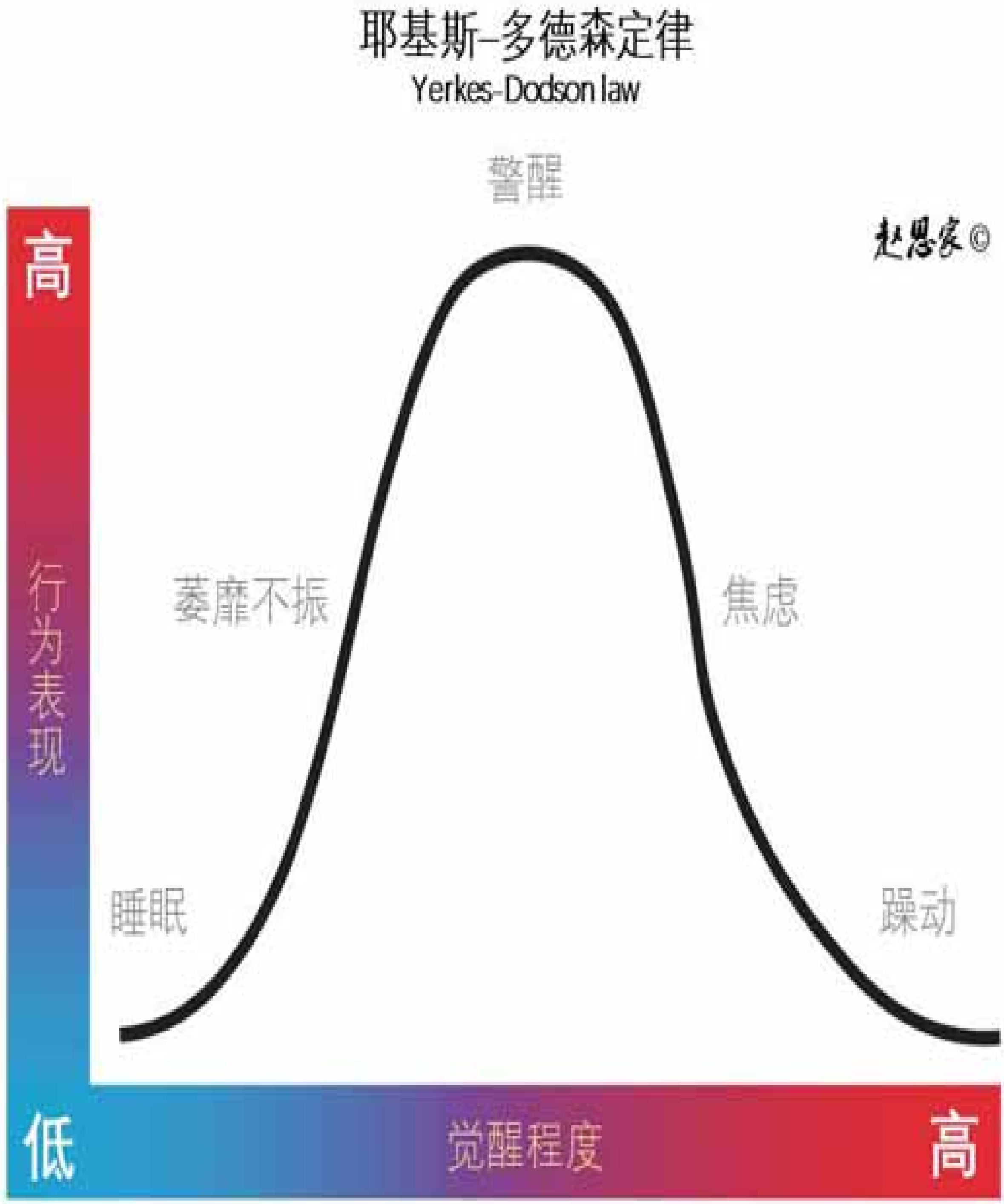
这三个作用，说到底其实就是适应性行为（adaptive behavior），或者说如何让大脑的拥有者适应不断变化的环境和及时应对变化（甚至危机）。

再进一步概括，其实去甲肾上腺素负责的是优化任务表现。什么是任务表现（task performance）？它是指任何需要你集中注意力去努力完成的工作，比如弹钢琴、演讲、算数学题、写文章等等，都算任务，而这些任务的表现有好坏之分。

其实从1969年起，去甲肾上腺素的功能一直被认为是控制“觉醒（arousal）”[2]。觉醒是个非常宽泛的概念，最好是通过对比低觉醒和高觉醒之间的区别来理解它。什么是低觉醒呢？就是你感到困倦、没劲的时候。而高觉醒则是你保持清醒且有高警觉性的状态。

去甲肾上腺素的含量和觉醒程度成正相关：前者越多，觉醒程度越高。但觉醒程度越高并不等于任务表现越好，两者的关系呈钟形曲线。这个理论在心理学上很经典，早在1908年就被提出，被称为耶基斯–多德森定律（Yerkes Dodson law）。

当处于低觉醒（曲线的左侧）的时候，人处于无意识或者说对外界和自身没有掌控能力的状态；随着觉醒程度的升高，人越来越警醒，越来越有精神，任务表现也越好，到达最优状态（曲线的最高点）。但一旦觉醒程度超过这个点，人就会变得焦虑，容易被分散注意力，导致当下所做的任务的表现变差（曲线的右侧）。



耶基斯–多德森定律
Yerkes-Dodson law
警醒
赵思家©
高
行为表现
萎靡不振
焦虑
睡眠
躁动
低
觉醒程度
高

耶基斯–多德森定律：解释觉醒程度和行为表现的关系的心理学定律。如图所示，只有觉醒程度处于中央的位置时，才会有最好的行为表现。过低的觉醒程度会导致疲惫和睡眠，而过高的觉醒程度则会导致焦虑和分心。（图片版权©赵思家）

还有研究人员将觉醒和意识[3]（awareness/consciousness）联系起来，因为无觉醒的时候，人便无意识。

除了上面解释的这种比较基础、宽泛的觉醒，还有各种其他方面的觉醒，比如说情绪唤起（遇到很恐怖或是很令人开心的事情时情绪高昂）或是性唤起（指性活动前心理或外界刺激所引起的生理反应）。

---

[1]这段话部分引用了知友Taylor Wu在其专栏文章《DDPG中的Ornstein-Uhlenbeck过程怎么理解？》的例子。如果你想多了解一些关于这个问题在人工智能上的扩展，请阅读他的专栏文章。https://zhuanlan.zhihu.com/p/54670989

[2]Jouvet, M. (1969). Biogenic Amines and the States of Sleep. Science,163(3862),32–41.

[3]不过意识是个非常非常复杂的问题，这里就不细谈了。希望未来能看到有人写一本小书来科普它（但估计很容易写得曲高和寡，大多数出版社也会觉得这个问题太高冷）。

“聪明药”真的能让人变聪明吗?

相信很多人有着和我一样的问题：世上有没有“聪明药”?

还真有，这种药在市场上被称为“smart drugs”，而且不少考生也会服用它以求提高在考场上的表现。但其实这种药名不副实，它并不能让服用者一吃就变聪明。它的另一个名字——认知增强剂（cognitive enhancers）——更为贴切。如名所示，这是一种用来增强人的认知能力的药剂，可以增强的认知能力包括但不限于记忆力、控制能力、创造力和警醒程度。但健康且不熬夜的人吃了这些药到底有没有用，这个问题我在这里先打个问号，后面会专门讨论。让我们先来看看有哪些“聪明药”，这些药又有哪些作用。

最为有名的“聪明药”可能是安非他命。服用安非他命可以提高去甲肾上腺素和多巴胺在大脑中的浓度，它原本是用来治疗儿童多动症的。多动症患者特别难维持注意力，而且在明知不可以乱动的情况下，依然特别想动来动去，还很难控制自己的情绪，这些症状会影响到患者的生活和学习，往往从他们童年时开始出现，一般情况下，在6岁到12岁之间变得明显。多动症患者的大脑中多巴胺的作用较弱。当我们仔细检查他们的基因时，就会发现某些与多巴胺相关的基因出现了异常，使得他们的大脑似乎对多巴胺没有那么敏感，进而导致大脑习惯性地生产更多的多巴胺，换言之，多巴胺的工作效率变低了。除了多巴胺，在多动症患者的大脑里，去甲肾上腺素也出现了一些问题。所以当下针对多动症治疗的药物往往与提高多巴胺和去甲肾上腺素的工作效率有关，而安非他命就是个很好的例子。

如果把安非他命用在健康人身上，会有什么效果呢？换言之，如果我的大脑里多巴胺和去甲肾上腺素含量都是正常的，再增加它们，会不会提高与这两种神经递质相关的认知功能呢？答案是肯定的。健康的人服用安非他命确实可以提高警醒程度，获得更好的认知控制能力，甚至还会产生更强的性欲。在体能上，安非他命还能提高人的反应敏捷度，增加肌肉强度以及推迟疲惫感。

这些药效导致安非他命不仅被人用作认知增强剂，还被运动员作为兴奋剂使用，甚至还被当成春药使用。但这些好处都是在严格的剂量控制之下才会有的。如果过量使用，会有很严重的副作用，包括损伤认知能力，导致妄想和横纹肌溶解症（rhabdomyolysis）。很多人是通过非法途径获得安非他命的，而且使用过它的人往往很容易继续使用，这使得安非他命有很高的上瘾率，而上瘾后很容易出现副作用。其实这些副作用在医学治疗的环境下是很少见的。

除了治疗多动症，安非他命还有提高去甲肾上腺素含量的作用，所以它可以让人保持觉醒状态。因此，安非他命可以作为觉醒剂，用于治疗某些睡眠疾病，如发作性睡病（narcolepsy）。这种睡眠疾病我会在最后一章专门讲睡眠所涉及的神经递质时，再详细地描述。简单来讲，有发作性睡病的人，会在白天时常无前兆地突然睡着，还可能会突然无力摔倒。与此症相关的另一种药，叫作莫达非尼（Modafinil），其实也在被当成“聪明药”销售。

【敲黑板】

横纹肌溶解症是一种肌肉细胞坏死的疾病。一些肌肉细胞会因为各种原因（比如长时间挤压、过度锻炼、药物滥用等等）爆开，细胞里的肌红蛋白流入血液，进而导致肾衰竭。在2008年汶川大地震后，有许多幸存者曾患此病。

让我们说回把安非他命当成“聪明药”使用来提高成绩这个问题吧。我在国内读书的时候从没听说过这种药物，有可能是因为住校，圈子很小，没有机会了解。但在国外读本科和硕士的时候，我确实见过这种药，就是很普通的口服药，白色圆形一小颗，我也有朋友服用过。它有多常见呢？在2006年的一项针对4580名美国大学在读生的线上调查显示，近15%的大学生曾服用过这种药，其中65%的人的理由是为了集中精力来学习，而30%的人的理由是好奇想尝试一下。[1]

那它到底有没有用呢？2015年牛津大学的巴特尔迪（Ruairidh Battleday）分析了1990年到2014年期间发表的24篇关于莫达非尼在健康的、没有睡眠问题的成年人身上的研究[2]。毫不意外地，结果分析

发现莫达非尼在不同认知任务上的效果有很大的差距。其中有三个比较值得注意的发现：

（1）任务越是复杂、时间越长，莫达非尼带来的益处就越稳定。

（2）莫达非尼在记忆力和创造力上没有效果，但在理性决策和计划上有显著的效果。

（3）其中有17个研究专门关注服用莫达非尼是否带来情绪上的影响或者其他副作用，至少在这17个研究中，副作用不显著，仅有几个人提到有失眠、头痛、胃痛或是恶心的体验，但要注意的是，这些症状在安慰剂组（即根本就没有吃莫达非尼的人）中也有出现。

那你可能要问了，那我有没有吃过“聪明药”呢？没有，对我来说，这些药物能带来的效果不足以让我得高分，反正考试只要能过就行，多一分也是浪费，这是我作为学渣的自知之明（骄傲脸）。

---

[1]Teter, C.J., McCabe, S.E., LaGrange, K., Cranford, J.A., Boyd, C.J. (2006). Illicit Use of Specific Prescription Stimulants Among College Students: Prevalence, Motives,and Routes of Administration. Pharmacotherapy ,26(10),1501–1510.

[2]Battleday, R.M., Brem, A-K. (2015). Modafinil for cognitive neuroenhancement in healthy non-sleep-deprived subjects: A systematic review. European Neuropsy chopharmacology,25(11),1865–1881.

去甲肾上腺素是怎么控制觉醒状态的呢?

（温馨提示：这一节理论知识比较多，建议坐下来慢慢看。）

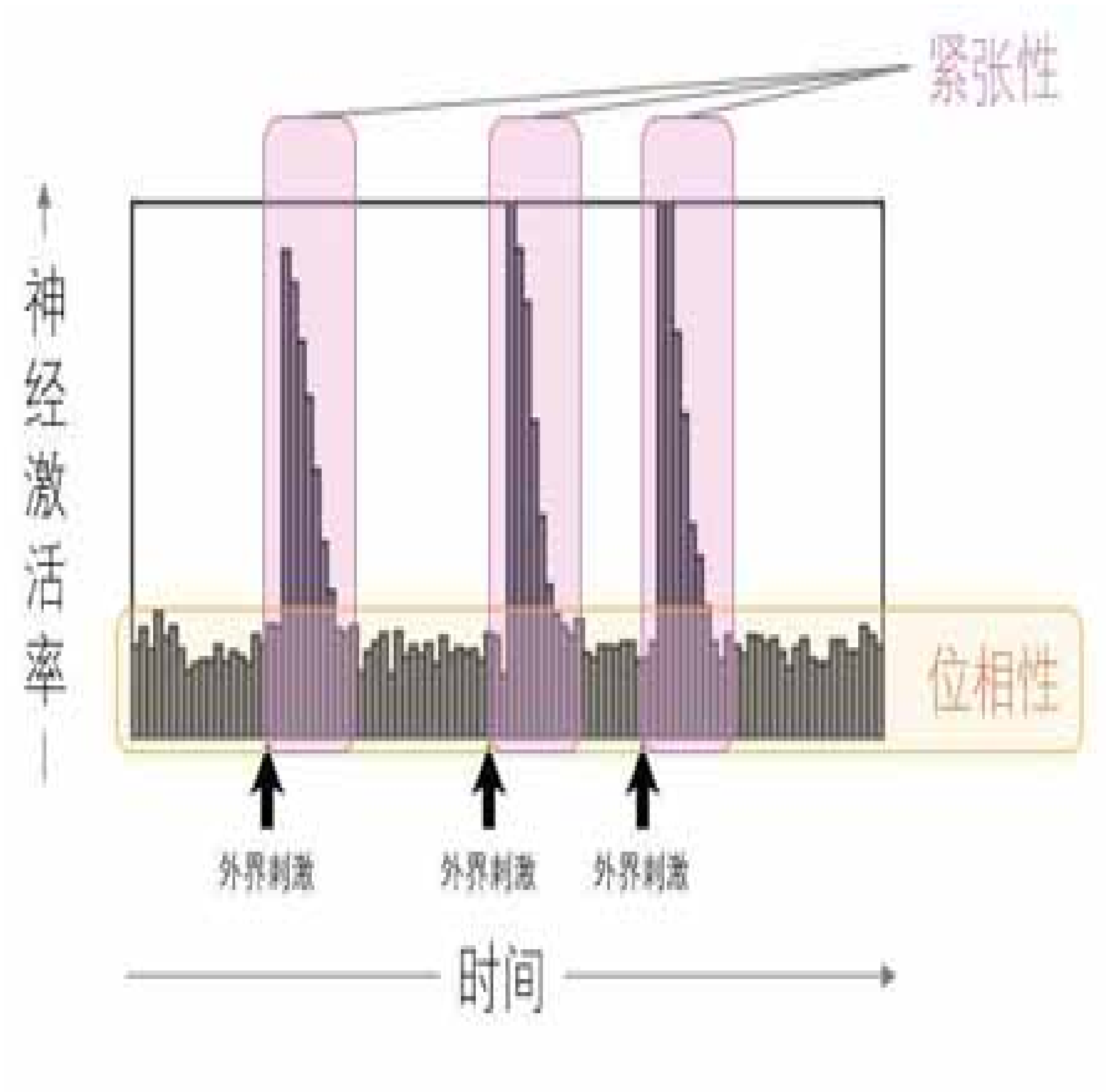
说了这么多，那去甲肾上腺素在大脑里到底是怎样工作的呢?

虽然我们从1969年就知道了去甲肾上腺素和觉醒的关系[1]，但直到2005年我们才有了比较完整的理论。

负责生产去甲肾上腺素的神经细胞位于脑干里的蓝斑核。和上面提到的血清素和其产地中缝核类似，蓝斑核是大脑中去甲肾上腺素的唯一产地。

在蓝斑核里的这些神经细胞，日常的工作活动（firing rate，又叫激活率）有两个模式，“tonic”和“phasic”。全国科学技术名词审定委员会将这两个词翻译为“紧张性”和“位相性”，本书也会遵循官方翻译。（感谢知乎用户孙天任的建议！）

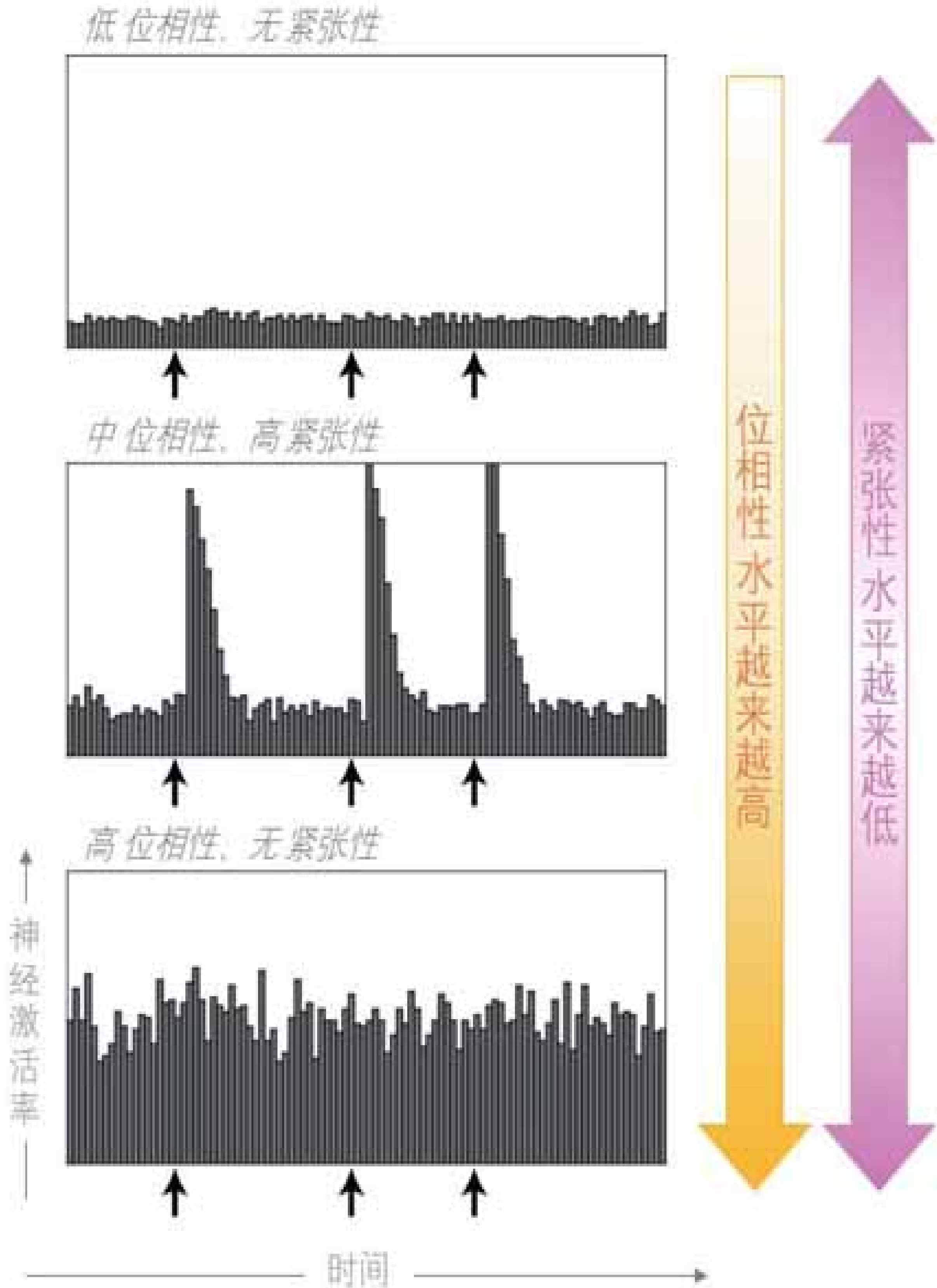
当我们说一个神经细胞的激活频率长期呈现一种持续不断的状态时，就被认为是位相性，其实就是在一段时间内一直保持着一个比较稳定的基线（baseline）的状态（上图中黄色部分）；相反，当神经细胞的激活频率突然出现暂时远超出基线的状态，就叫紧张性（上图中紫色部分），这种紧张性激活模式就如同小小地爆发了一下。



负责生产去甲肾上腺素的神经细胞的两种激活模式。黑色箭头的位置是指那时给动物一个明显的外界刺激（比如说一个短暂的响声）。警觉状态下的动物在接收到这样令它惊讶的刺激后，蓝斑核里的神经细胞会提高神经激活率，并生产去甲肾上腺素。（图片版权©赵思家）

在理想状态下，外界给大脑一个明显的刺激，生产去甲肾上腺素的神经细胞就会自动地切换到紧张性模式。但这种紧张性模式是否出现，和神经细胞处于怎样的位相性状态有关。当细胞长期处于低位相性的状态时，人会处于低觉醒状态，趋近睡眠、无力，对周围发生的变化没有警觉性（想象一下你在很困的时候去玩手机游戏）。当细胞

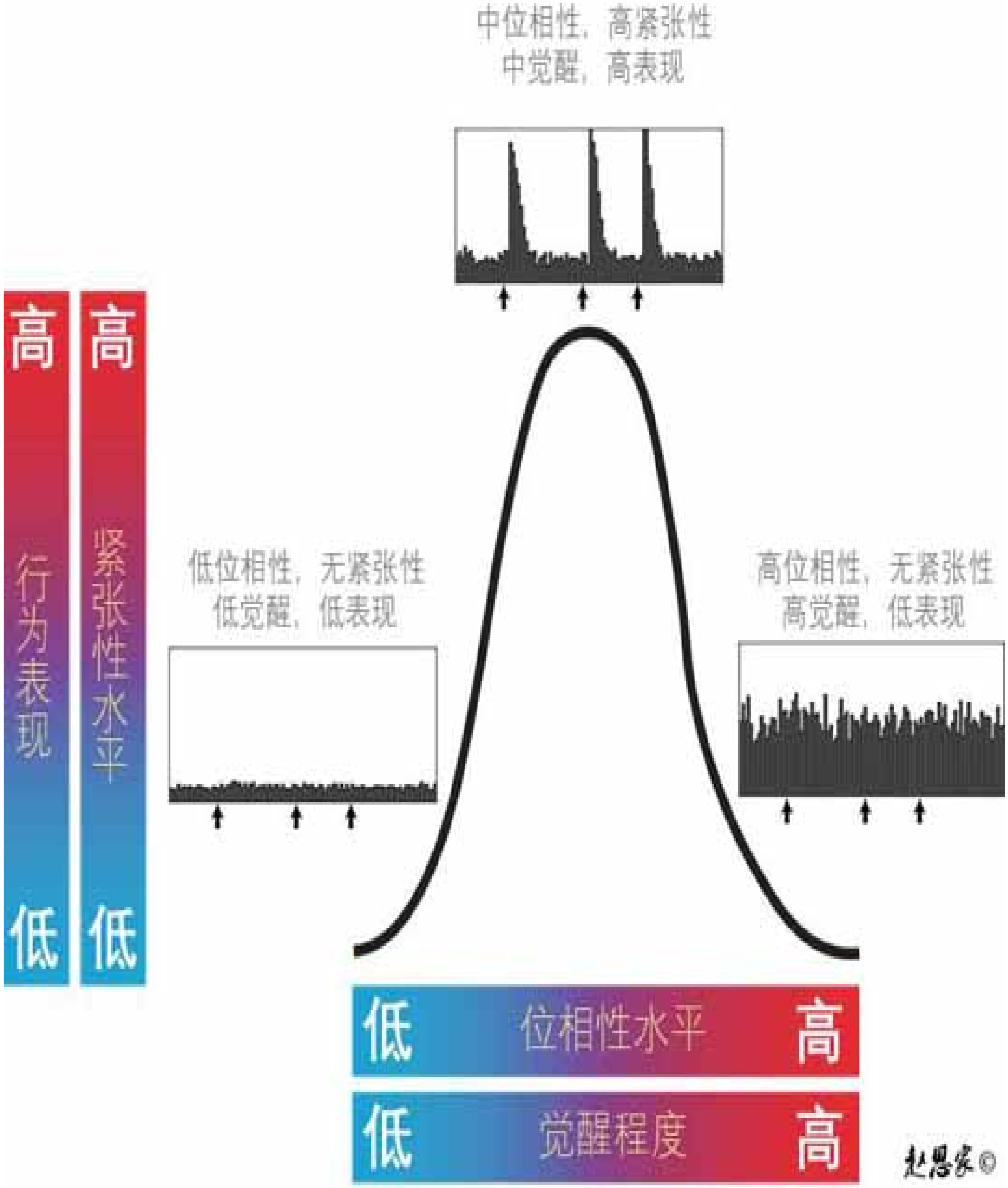
处于极高位相性的状态时，人会过于亢奋甚至焦虑，或是一感受到风吹草动就感到紧张、容易走神。在这两种极端情况之下，神经细胞都不会对刺激产生紧张性反应。而只有当紧张性反应达到其最高值的时候，人的警觉性才是最高的，任务表现也最优。



低 位相性、无紧张性
中 位相性、高紧张性
高 位相性、无紧张性
神经激活率
时间
位相性 水平越来越高
紧张性 水平越来越低

位相性和紧张性两者并不是完全独立的。与上面那张图一样，这张图里黑色箭头的位置是指那时给动物一个明显的外界刺激（比如说一个短暂的响声）。同样的神经细胞，在不同状态下会有不同的激活模式。从上至下，位相性水平越来越高，这也决定了紧张性模式是否会出现。我们可以看到，位相性过低或是过高的时候，紧张性那样小小的爆发反应都不会出现。这代表着当动物的蓝斑核的神经细胞处于位相性过低或过高的状态下，给它播放声音，它都会无动于衷，毫无警觉性。（图片版权©赵思家）

我们可以结合前文中提到的耶基斯–多德森定律，来理解两种神经激活模式、觉醒程度和行为表现四者的关系（见下页）。位相性水平与觉醒程度成正相关，位相性越高，觉醒程度越高；紧张性水平和行为表现成正相关，能够产生的紧张性越高，表现越好、警觉性越高；而位相性与紧张性成钟形曲线关系，位相性过低或过高，紧张性都低，类似地，觉醒程度过低或过高，行为表现都不会很好。这个理论叫作自适应增益理论（adaptive gain theory），由阿斯顿-琼斯（Aston-Jones）和科恩（Cohen）在2005年提出。[1]


中位相性，高紧张性
中觉醒，高表现
低位相性，无紧张性
低觉醒，低表现
高位相性，无紧张性
高觉醒，低表现
高
行为表现
低
高
紧张性水平
低
低
位相性水平
高
低
觉醒程度
高
赵思家©

我们将神经细胞的激活模式与觉醒程度（*x*轴）以及行为表现与紧张性水平（*y*轴）结合来看。（图片版权©赵思家）

这套机制已经在老鼠和猴子的大脑里得到了证实，但我们怎么确定人脑也是这样工作的呢？毕竟我们无法直接往人的脑干里插一根电极去看神经细胞的活动状态。这还不单纯是伦理问题，从技术上就很难完成，因为人的蓝斑核太小了，难以操作。那怎么办呢？

特别简单，我们可以通过瞳孔的大小知道蓝斑核里神经细胞的激活情况。

负责生产去甲肾上腺素的蓝斑核跟负责控制瞳孔大小的肌肉有神经联系，当蓝斑核里的神经细胞激活的时候，瞳孔会放大。即使在光线维持不变，人处于静止状态的时候，瞳孔也会改变大小，它的直径会随着时间的流逝而围绕一个基线上下波动。这个基线和蓝斑核神经细胞的位相性状态成正相关。换言之，当你感到疲倦的时候，瞳孔会比较小；当你过于兴奋的时候，瞳孔会特别大；当你专心致志的时候，瞳孔则会处于中等大小；而一旦出现什么令你警觉的刺激，你的瞳孔会快速放大然后缩小——这在学术上叫作瞳孔放大反应（pupil dilation response）。

正常情况下，18-35岁的人的瞳孔直径是5-8毫米，这种情况下突然播放一个声音，瞳孔会迅速放大0.3毫米左右。随着年龄增大，控制瞳孔的肌肉逐渐硬化，瞳孔直径会慢慢变小。65岁以上的人的瞳孔直径一般只有4-6毫米，同样的声音下只能放大0.1毫米左右。

我在做实验的时候就注意到，当年轻人疲倦的时候（比如做完整整1个小时的听力测试后），瞳孔的基线值会比平常小0.5毫米左右。老年人也会出现这个现象，但变化就只有0.2毫米左右。这可以用前面说的去甲肾上腺素的机制来解释：疲惫的时候，去甲肾上腺素较低，因为蓝斑核的细胞处于低位相性的状态，这导致瞳孔也比较小；而当人分心、走神，或是在做白日梦的时候，瞳孔会持续放大，也就是说，这个时候蓝斑核的细胞处于过高位相性的状态。总而言之，就现在来看，上面提到的这个钟形曲线可以用来解释人的去甲肾上腺素的工作机制。

说到这里，这样的一套理论确实很好地解释了去甲肾上腺素是如何调控人的“警觉性”的。那之前提到的“探索和开发的利弊权衡”又和去甲肾上腺素有什么关系呢？说到这个，又要说回上图中的耶基斯–多德森定律钟形曲线。当人处于紧张性最高的状态时，恰为注意力集中的时候，大脑会选择开发（exploit）模式——其实就是专心致志地做手头的工作；而当位相性变得更高的时候，会开启探索（exploration）模式——其实就是容易分心、想东想西的状态。

这大概就是大脑的奥妙之处。明明神经细胞如一支二极管一样，输出无非是1或0，但仅靠这样简单的频率设置，就产生了各种各样神奇和复杂的认知状态。

---

[1]. Jouvet , M .(1969). Biogenic Amines and the States of Sleep .Science,163(3862),32–41.

[2]Aston-Jones, G., Cohen, J.D. (2005). An integrative theory of locus coeruleus norepinephrine function: adaptive gain and optimal performance. Annu Rev Neurosci,28(1),403–450.

去甲肾上腺素究竟是什么？

上面说的这种机制其实已经很接近去甲肾上腺素的实际工作机制了。但计算神经科学家还是不满足，还想用更简单的数学概念来归纳其作用。

之前在讲多巴胺和血清素的章节里都提到过彼得·达扬，他提出了多巴胺是奖励预测误差，而血清素是惩罚预测误差。他其实也研究了去甲肾上腺素，还提出了一个很精练的理论：去甲肾上腺素是“意料之外的不确定事件（unexpected uncertainty）”，或者说是一种surprise。

首先解释一下什么是不确定性。我用英镑兑换人民币的汇率来举例，假如我已经关注汇率的走向很久了，如果没有什么特殊情况发生，那我就能通过过去几周的汇率走向预测一下明天的汇率大概是多少，比如1英镑能兑换大概10元人民币。但是我也很清楚，这份预测是自带不确定性的，不可能完完全全准确，我甚至不可能预测得精准到小数点后3位。这是因为，无论我多聪明，无论是在多平静无波的日子里，预测都会有一定的误差，而这误差就是我对明天汇率的预测的不确定性。但这份不确定性是在我意料之内的，我不会因为昨晚预测为10元，但今天看到是10.01元就感到惊讶。

但是，如果我昨晚预测为10元，今早却发现暴跌到8元了，这就出人意料了。甚至超出了我预期的不确定性范畴，那么这就是一个意料之外的不确定事件。当我看到这个变化，我会感到惊讶，会立马意识到我过去观察的一周甚至几周、几个月的汇率信息都不准确了，我的预测模型需要重置。为此，我会立马开始查新闻，看看是不是英国政治或是欧洲经济上发生了什么大事，结果发现是因为英国脱欧了。

大脑其实也在做类似的事情。我走在路上，大脑会分析收到的感知信息（声音、视觉信号、味道、温度、震感等等），一直监控着身边的环境，不断对下一刻可能会收到的信息做出预测。如果环境比较稳定，那大脑的预测模型所做的预测就会相对准确；但如果突然环境

发生了什么变化，那预测就会和现实事件完全不符。这就产生了一个意料之外的不确定事件。

当大脑某一个区域发现周围环境中有意料之外的事件发生了（比如安静的森林里突然传来群鸟飞走的声音），蓝斑核的神经细胞就会立刻被激活，快速释放去甲肾上腺素，去甲肾上腺素沿着四通八达的通路，从脑干迅速地扩散到全脑所有区域，将全脑所有区域都唤醒，做好新的准备。

这也是为什么去甲肾上腺素和注意力集中、觉醒、防御性反应、警觉性息息相关。这些与去甲肾上腺素相关的各种现象，都可以用“去甲肾上腺素其实是对意料之外的不确定性做出的反应”来解释。

你可能会觉得困惑，为什么去甲肾上腺素也是一种意外性呢？之前说多巴胺和血清素也是某种意外性，那这三者的区别在何处呢？

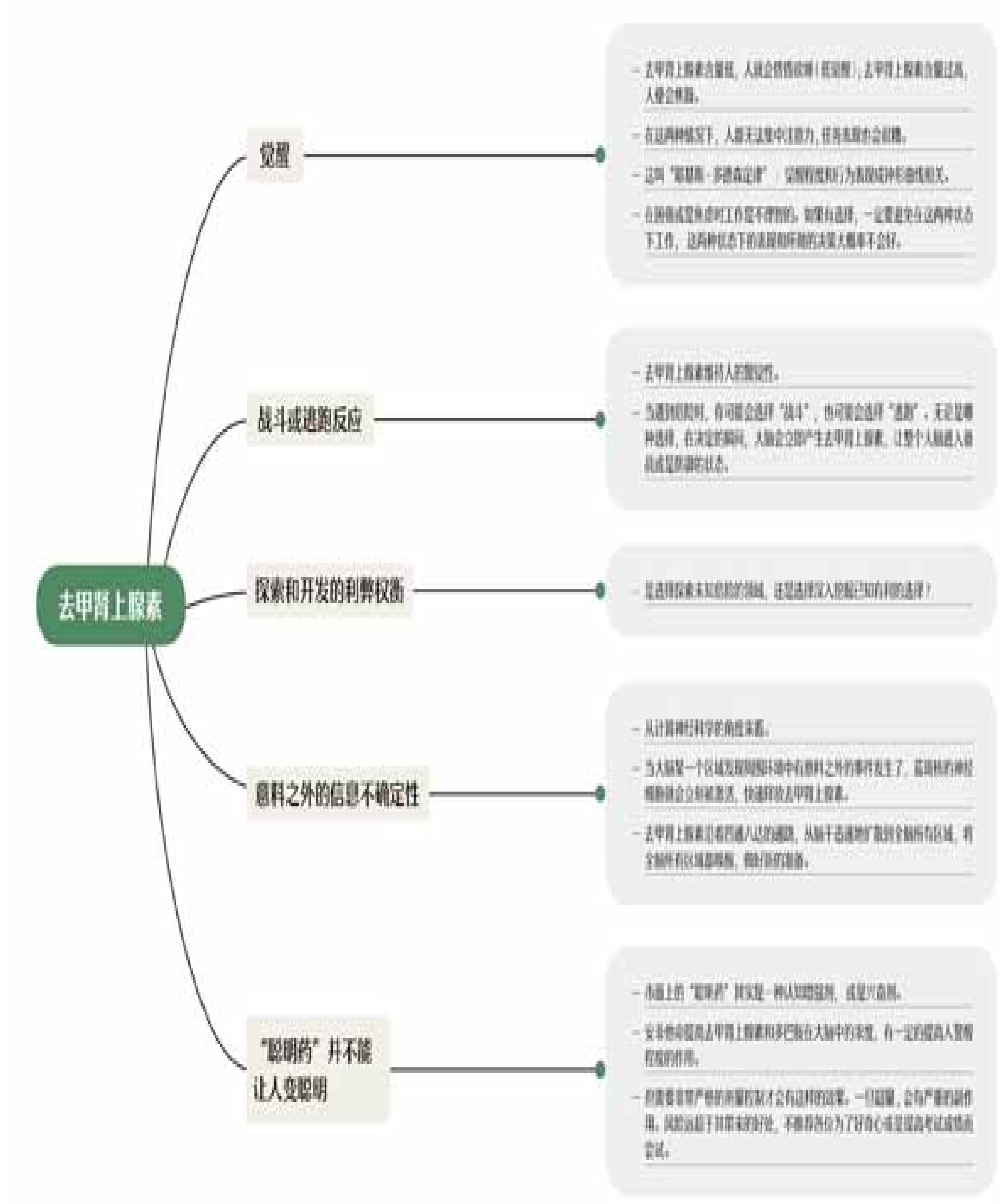
很简单，多巴胺是奖励的意外性，血清素是惩罚的意外性，而去甲肾上腺素是信息的意外性。这里“信息”一词的含义非常宽泛——从感知信息到认知信息。比如你正在听音乐的时候，曲调戛然而止，那一刻也算是信息的意外性；再比如，你早上看了天气预报，说今天下雨的可能性只有10%，所以你就没带伞，结果一出门就下了倾盆大雨，这也是一种信息的意外性。

这个理论开始理解起来有些吃力，但越想越会觉得精练优美。

我非常喜欢这一匣子知识，每每提起它都觉得与有荣焉。这也是我的博士研究方向，我的工作就是为前面提到的彼得·达扬的这个理论提供证据，我也确实办到了（开心）。但，为了避免让大家觉得我夹带私货，这里就不多谈我自己的工作了。

扩展阅读

1.提出“去甲肾上腺素是‘意料之外的不确定事件’”理论的原文：Dayan, P., Yu, A.J. (2006). Phasic norepinephrine: A neural interrupt signal for unexpected events. Network: Computation in Neural Systems,17(4),335–350.


去甲肾上腺素
觉醒
战斗或逃跑反应
探索和开发的利弊权衡
意料之外的信息不确定性
"聪明药"并不能让人变聪明

06

乙酰胆碱

因为乙酰胆碱有着唤醒大脑和身体的功能，

吸烟之后人会体会到“能量感”，甚至能短时间内

反应速度提高，同时还能感到平静和舒缓。

因此很多人在工作之余

会通过抽烟来缓解疲劳。

乙酰胆碱

ACETYLCHOLINE

个人简历



ABOUT ME

籍贯

特别多。

但脑里主要有三个，按它们的地理位置和所生产的乙酰胆碱最后作用的位置，可以分为两组：

基底前脑：迈纳特基底核（basal nucleus of Meynert）和内侧隔核（medial septal nuclei）

脑干：脑桥-中脑被盖复合体（Pontomesencephalo tegmental complex）

常居地

大脑的几乎全部脑区都有

弱点

失去学习的能力

阿尔茨海默病

技能

形成新记忆



能量感



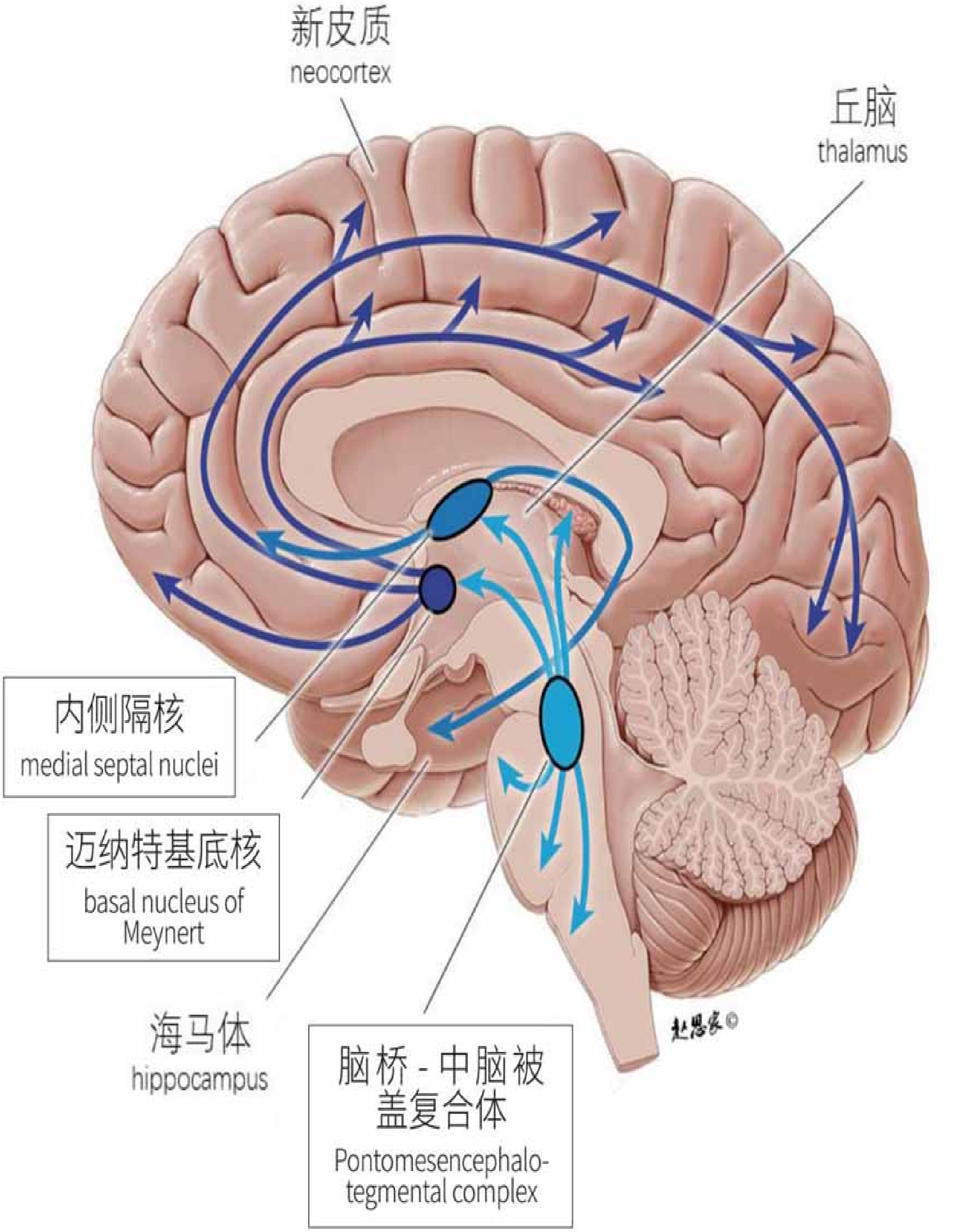
一点科学史

·1867年阿道夫·冯·贝耶尔（Adolf von Baeyer）命名并发现了乙酰胆碱的结构。

·1914年亨利·戴尔注意到乙酰胆碱在突触的作用，并发现它有降低血压的作用。

·就是通过研究乙酰胆碱，科学家才意识到神经递质的存在。1926年，奥托·勒维提出乙酰胆碱是一种神经递质。

·1936年亨利·戴尔和奥托·勒维共同获得诺贝尔奖。



新皮质
neocortex
丘脑
thalamus
内侧隔核
medial septal nuclei
迈纳特基底核
basal nucleus of Meynert
海马体
hippocampus
脑桥 - 中脑被盖复合体
Pontomesencephalo-tegmental complex

乙酰胆碱在人类大脑中的分布图。黑框里的标记为产地，箭柄为通路方向，箭头则为常居地。乙酰胆碱在大脑里有三个主要的产地，它们相对应的通路已用不同的蓝色标识出来了。（图片版权©赵思家）

不能不说的尼古丁

乙酰胆碱的认知功能，实在是太不好概括了。想要切身了解乙酰胆碱的认知功能，最简单的方法，大概就是来根烟。（但吸烟有害健康！）因为香烟里的主要化学成分尼古丁长得和乙酰胆碱特别像，所以吸入尼古丁的反应约等于吸入大量的乙酰胆碱。

根据2007年的统计，中国有3.5亿烟民[1]，每年因为吸烟而死亡的人数超过100万[2]。“吸烟有害健康”这句话，我就不举例论证了，这里主要是想纯粹从神经科学的角度看看，尼古丁是怎么影响大脑的。

因为尼古丁的燃点低，大部分的尼古丁摄入都是燃烧后吸入，这样的方式有很高的利用率。从口鼻吸入肺部后，因为尼古丁能够溶于水，它可以以颗粒的形式聚集在肺泡表面的液体上并覆盖肺泡，然后经过肺泡和氧气一起进入血液，进行全身血液循环。尼古丁能够快速通过血脑屏障，从吸入到进入大脑，全过程不超过10秒钟。

从本质上讲，尼古丁是一种乙酰胆碱受体的激动剂。受体是一种位于神经细胞的外壳上的接收器，这个我们在第二章以及第四章血清素那里都简单介绍过。当乙酰胆碱靠近受体的时候，就会像把一片面包放进烤面包机，将受体激活。受体一被激活，就会在神经细胞里产生一系列反应，这样信息就从一个神经细胞传递到了另一个神经细胞。说“尼古丁是一种乙酰胆碱受体的激动剂”，就是指尼古丁和乙酰胆碱长得很像，它会模仿乙酰胆碱的活动，激活乙酰胆碱受体。

不仅如此，相比乙酰胆碱，尼古丁和乙酰胆碱受体结合的效果太好了，比乙酰胆碱更好、更强、更紧密。为了避免持续激活神经细胞，乙酰胆碱和乙酰胆碱受体的结合非常简单和短暂，而且被释放后很快就会被其他高活性酶给分解掉。但尼古丁和乙酰胆碱受体一碰上，就很难分开。这两者差多远呢？从它们的半衰期就能看出来，乙酰胆碱在大脑里的半衰期为1分钟，而尼古丁的半衰期长达2小时。尼古丁和乙酰胆碱受体的结合时间大大加长，等于大脑里乙酰胆碱的量被人为地大大增高了。

这是个很严肃的问题。大脑的“设计”非常精密，什么时候该生产乙酰胆碱，生产多少，如何让它有效地传播，如何让它被神经细胞接收，接受力度是多少，又该如何回收，这一环扣一环，每一环都是被恰到好处地平衡好的。而人为地在大脑里加入大量的尼古丁，就像是在一个原本健康的经济体里注入大量的假钞，而且这个假钞不仅比普通纸币经用，从实际价值上还是1元假钞兑换100元真钞的神奇物件。

面对这样的情况，大脑试图适应。在吸烟者的神经细胞上，乙酰胆碱受体的数量要比一般人多得多，大部分与尼古丁相结合，剩下的与乙酰胆碱结合的受体的数量才和一般人的差不多。因为大脑已有的调控系统无法调节外来的尼古丁，只好通过增加乙酰胆碱的产量来与尼古丁竞争。

因为乙酰胆碱有着唤醒大脑和身体的功能，吸烟之后人会体会到“能量感”，甚至能短时间内反应速度提高，同时还能感到平静和舒缓。因此很多人在工作之余会通过抽烟来缓解疲劳。但要注意的是，这样的正面效果是非常短暂的。一旦上瘾后，这样的能量感会消失，取而代之的是疲惫感。问题在于，不抽你还会觉得难受……完全沦为安慰剂。

知识充电站

安慰剂（placebo）是指本来没有实际作用的治疗，因为使用者的期望和信念出现了一定程度的效果。要强调两点：（1）安慰剂不是指特定的一种药剂或是药物治疗，而是一种效果；（2）安慰剂效果并不是治疗引起的，而是使用者的心理作用带来的。

那为什么尼古丁会令人上瘾呢？抽过烟的人应该有所体会，抽烟后会有种莫名其妙的愉悦感。这是因为尼古丁能间接地刺激负责管理奖励系统的神经细胞，让它们分泌多巴胺。但正如在第二章提到过的，大脑会逐渐适应这样的信号，其实有烟瘾的人不是真的每次都体会到了吸入尼古丁的愉悦感，而是为了避免戒断所带来的不适才持续吸烟的。

[1]Wright,A.A., Katz, I.T.(2007) .Tobacco tightrope—balancing disease prevention and economic development in China. N Engl J Med , 356(15), 1493–1496.

[2]Gu, D., Kelly, T.N., Wu, X., Chen, J., Samet, J.M., Huang, J.F., et al. (2009).Mortality attributable to smoking in China. N Engl J Med ,,360(2), 150–159.

用“恶魔的呼吸”来控制他人

本科的时候，药理课老师是我们的辅导员，课余时间他会给我们讲一些都市传说，以及这些传说的真真假假。

比如，有一种毒的名字特别“中二”，叫“魔鬼的呼吸”。陌生人给你递名片，但那名片其实是提前浸过毒的。你一碰到那张名片，毒就会通过皮肤进入你的血液，很快你会进入一个类似僵尸的状态，没法控制自己的身体，罪犯叫你做什么你就会做什么。

这个都市传说听起来太可怕了，简直就是“中二”之王鲁路修[1]能力的药剂版本嘛，这要是真的，社会岂不大乱！而且这种毒还是从木本曼陀罗里提炼出来的，虽然现实中的木本曼陀罗（见下页）和影视小说中的那种妖艳的曼陀罗花并不一样，但还是让人觉得“中二”爆表。

这种毒确实存在，叫作东莨菪碱，但它的效果没有这么夸张。至少截至2019年9月，欧洲药品与毒品成瘾监测中心[2]还没有检测到它有这样的效果和用法。

大剂量的东莨菪碱虽然不能剥夺人的自由意志，但却可以让人昏沉。在20世纪初，它还曾被用来当作吐真剂（瞬间切入《哈利·波特与火焰杯》的场景），但完全没有斯内普配的药剂那么靠谱，因为它只是让人变得话多，并不能确保说的都是真的，还不如二两二锅头来得经济实惠。

这里提东莨菪碱的主要原因是，它其实是一种乙酰胆碱的抑制剂，会让人失去学习新信息的能力。而乙酰胆碱在学习和保存新记忆的过程中扮演着重要的角色[3]，大量药理学研究证明乙酰胆碱和新记忆的形成过程有因果关系。



从木本曼陀罗（Brugmansia）中可以提炼东莨菪碱。木本曼陀罗在国内也有种植，常被种在庭院的边角处。这种植物是没有毒的，不用担心。图片来源：视觉中国

知识充电站

2019年夏天播出的缉毒刑侦电视剧《破冰行动》中曾出现用东莨菪碱来杀人的剧情。知乎专栏“与毒品的战争”里有一篇专门剖析这种毒的专栏文章：https://zhuanlan.zhihu.com/p/67351264。除此之外，其实小剂量的东莨菪碱也是有药用价值的，最常见的用法是作为晕车药来抵抗晕动病（比如复方氢溴酸东莨菪碱贴膏）。

那乙酰胆碱是怎么帮助记忆形成的呢？有一个理论是，高浓度的乙酰胆碱可以加强存储记忆的海马体和传递感知信号之间的大脑回路，同时抑制大脑提取无关的内容。打个比方，若是想要记住刘看山（知乎网站官方萌物）的长相，你得睁大眼多瞅瞅它的样子，让更多关于它的感知信息涌入储存记忆的海马体，而不是让一些奇怪的东西乱入。换句话说，乙酰胆碱控制了信息流，从而直接影响相关记忆的形成。

与此相关的一个现象是，在人进入快速眼动睡眠期的时候，大脑会产生很多乙酰胆碱。这些乙酰胆碱是用来干吗的呢？有一种合理推断是，它和睡眠时的记忆巩固有关。

当你醒着的时候，高浓度的乙酰胆碱帮助感知信号转化为记忆；当你刚入睡，进入慢波睡眠的时候，乙酰胆碱浓度变低；当你进入快速眼动睡眠期的时候，开始巩固今天一天的记忆，所以乙酰胆碱浓度又升高了。

我之前在网上看到有中文科普文章将此解读为“乙酰胆碱控制了做梦”，它的逻辑是，因为快速眼动睡眠时恰是做梦的时候，而乙酰胆碱在快速眼动睡眠期浓度高，那乙酰胆碱就和梦有关。你看完前面的内容，再看到这样的逻辑关系，就能知道这其实是过度解读。当然我也

不是说乙酰胆碱和做梦不可能有关系，但两者在同一时间出现，不代表它们有因果关系，所以乙酰胆碱不能用来解释做梦的原理。

---

[1]鲁路修是日本动画《反叛的鲁路修》里的主人公。他有一个很“中二”的超能力，即能对任何人下达对方绝对无法反抗的命令，但对一个人只能使用一次。被这种能力控制期间，人没有自我意识。

[2]全称The European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction，简称EMCDDA。

[3]如果你想了解更多，强烈推荐这篇非常经典的综述：Hasselmo, M.E .(2006). The Role of Acetylcholine in Learning and Memory. Curr Opin Neurobiol, 16(6),710–715.

你真的了解阿尔茨海默病吗?

说到乙酰胆碱关于记忆力的功能，就不能不提阿尔茨海默病。这大概是当下最有名的神经退行性疾病。2019年夏天大热的电视剧《都挺好》的结尾，苏大强就得了阿尔茨海默病（简称AD），国内俗称“老年痴呆症”。

这种病，无论你对神经科学感不感兴趣，都得重视起来。我每每想到这种病都会难以抑制地感到担忧和压力。一旦患病，患者将逐渐失去记忆，孤独地走向人生终点。这对患者来说是一件极其孤独的事情，对患者的亲友而言也非常沉重。与此同时，AD无法治愈，几十年来，全世界药企为了治疗这种病而开发的药物几乎全军覆没。

对中国来说，AD更令人头疼。现在中国老龄化严重，中国有世界上最多的AD患者，而且患者的增长速度也是最快的。这种病需要长期的药物治疗，费用高昂，患者也需要全天看护。一旦家里有老人患上AD，特别是对独生子女来说，需要承受的精神和经济压力都难以想象。

AD的病因现在未知。甚至已有的几个假说都相互矛盾。

AD的一个最有名的特点就是生产乙酰胆碱的神经细胞大片死亡或者活跃性降低。最早的假说——同时也是与当下大多数相关药物治疗相关的假说——就认为是乙酰胆碱的减少导致了阿尔茨海默病。但问题是，现在针对AD的五大药物，其中四种都和乙酰胆碱有关，都是通过抑制大脑中分解乙酰胆碱的酶来保持大脑中含有高浓度的乙酰胆碱。但这些药物都无法治愈阿尔茨海默病，虽然有好处，但收效甚微。



乙酰胆碱

为什么这么多年针对阿尔茨海默病都没有有效的药物？现在对这个病的研究陷入了一个奇怪的僵局：明明最明显的特点就是大脑里生产乙酰胆碱的神经细胞大片死亡或者活跃性降低，但为什么针对该特点开发的所有药物都没法解决患者的症状呢？这非常令人困惑，有种“似乎这个领域连大方向都没找对”的感觉。答案似乎一直摆在我们的面前，但每次尝试都没有效果。

我在知乎上看到一句话：苏大强老年痴呆有苏明玉，我们老了怎么办？

我想补充一点：苏大强有苏明玉，可我不是苏明玉啊。每每想到这一点，我都非常苦恼。干什么不好，非要搞科研，现在没钱也没时间，要是家里人生病了该怎么办？

不可否认的是，这种病对我们这一辈来说极其可怕。特别是夫妻俩若都是独生子女，在他们30岁出头的时候，家里最多可能有12位超过65岁的老人。而在65岁以上的人群里，这种病的发病率为2%-7%，而且每过五年，发病率同比增长近一倍。

我今年都27岁了，我的奶奶、外婆、外公都已经90岁，好在还算健康。但每每想到我父母也已经50多岁了，我就忍不住担忧。虽然这么说非常不吉利，但每每想到这种病，我都后背发凉。不知道读到此处的你，是否和我一般，都希望时间过得慢一点，再慢一点……

年龄 / 岁	阿尔茨海默病的发病率 / ‰
65—69	3
70—74	6
75—79	9
80—84	23
85—89	40
90以上	69

阿尔茨海默病的发病率，从65岁开始，每五年发病率同比增长近一倍。数据来源：Bermejo-Pareja, F., Benito-León, J., Vega, S.,Medrano, M.J., Román, G.C. (2008). Incidence and

subtypes of dementia in three elderly populations of central Spain. Journal of the Neurological Sciences, 264(1-2), 63–72.

乙酰胆碱究竟是什么?

与去甲肾上腺素相对，乙酰胆碱被认为是“意料之内的不确定性”。当然，这也只是一个推测，也是彼得·达扬提出的。

不确定性怎么能在意料之内呢？在上一章的结尾我们提到，去甲肾上腺素是“意料之外的不确定性”，这里我继续用汇率的走向举例。如果你问：“最近几个月汇率稳不稳定啊？”其实你就是在问意料之内的不确定性。

想当初经济状态好的时候，汇率很稳定，我可以说我估计明天的汇率是11.2±0.1。这“±”后的0.1就是意料之内的不确定性。最近两个月，英国政局非常不稳定，首相各种作妖，汇率极其不稳定，我估计明天的汇率是8.5±1。相比之前，当下的意料之内的不确定性就特别高。稳定等于意料之内的不确定性低，不稳定等于意料之内的不确定性高。

换言之，“意料之内的不确定性”指的是一个长期的状态，而“意料之外的不确定性”往往指的是单一事件。

你可能已经注意到了，“意料之内的不确定性”和“意料之外的不确定性”并不是完全独立的，它们在某些时刻有一定关联。比如，英国脱欧后很长一段时间内，汇率都极不稳定，换言之，一个意料之外的不确定事件后往往会伴随着较高的意料之内的不确定性。当我们同时观察去甲肾上腺素和乙酰胆碱时，也会发现这一关联。

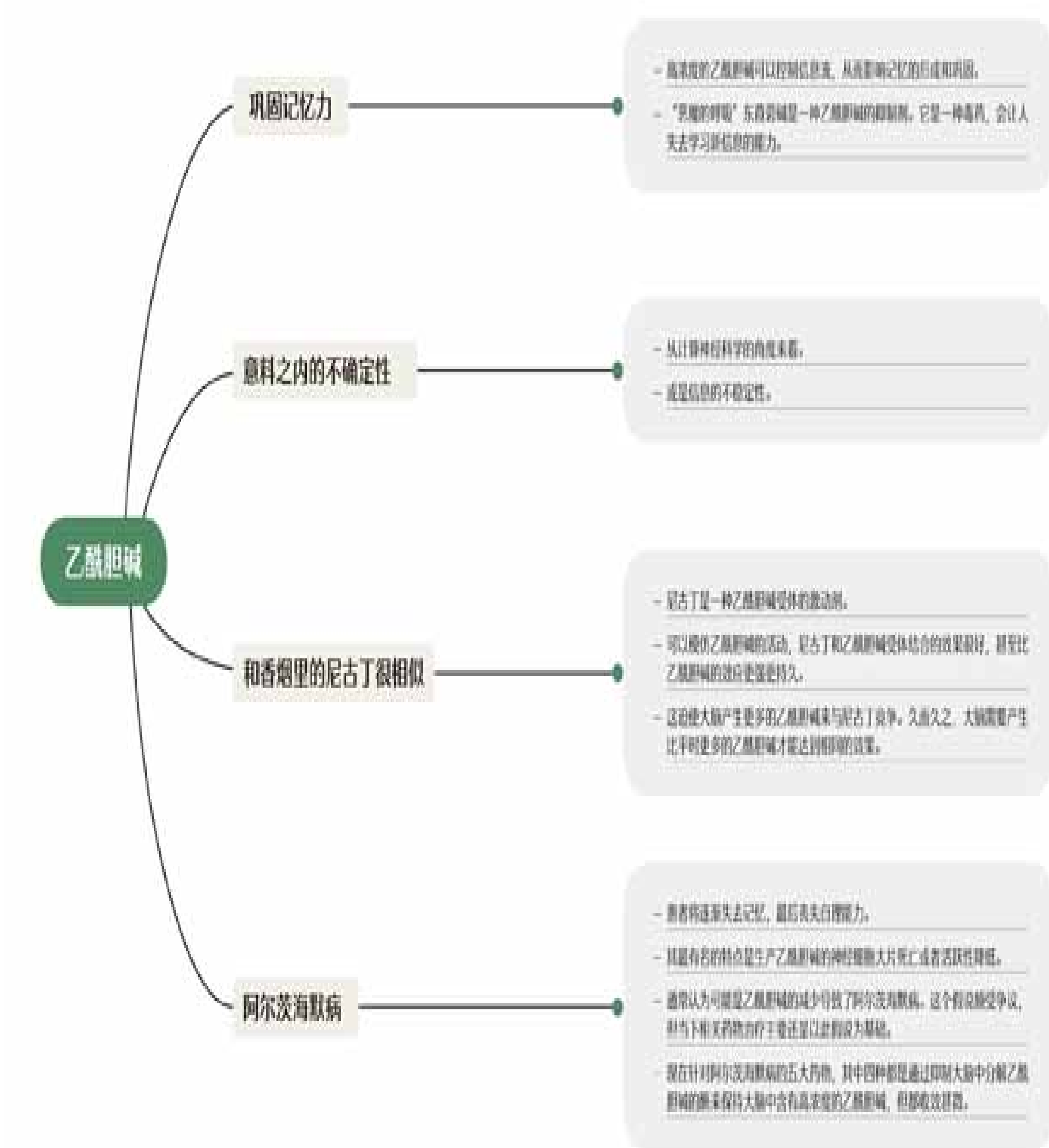
【敲黑板】

> 神经病学（neurology）是医学的一个分支，专门应付神经系统的疾病（有神经内科学和神经外科学两个分支）。作为应用科学的一种，其与神经外科均有别于隶属自然科学的神经科学。前者负责在患者身上运用已有知识，而后者则专门研究与发现新的科学概念。

但相比去甲肾上腺素，乙酰胆碱是不是真的负责监控信息中的“意料之内的不确定性”，我们对此的了解还不算充足。而且这一理论，就现在看来，似乎也不能很完美地解释乙酰胆碱其他的相关功能。想想还真是令人感叹，虽然乙酰胆碱都被发现近一百年了，但我们对它的认识还不完善。不知我们还需要多少年才能完完全全地搞明白它。能搞明白的那一天，大概也是能完全治愈阿尔茨海默病的日子。

扩展阅读

1. 程毅南的科普专栏文章：《烟与尼古丁——神药科普3》https://zhuanlan.zhihu.com/p/19722464


乙酰胆碱
巩固记忆力
高浓度的乙酰胆碱可以控制信息流，从而影响记忆的形成和巩固。
“致命的颠茄”东莨菪碱是一种乙酰胆碱的抑制剂。它是一种毒药，会让人失去学习新信息的能力。
意料之内的不确定性
从计算神经科学的角度来看，
就是信息的不稳定性。
和香烟里的尼古丁很相似
尼古丁是一种乙酰胆碱受体的激动剂。
可以模仿乙酰胆碱的活动，尼古丁和乙酰胆碱受体结合的效果很好，甚至比乙酰胆碱的效应更强更持久。
这迫使大脑产生更多的乙酰胆碱来与尼古丁竞争，久而久之，大脑需要产生比平时更多的乙酰胆碱才能达到相同的效果。
阿尔茨海默病
患者将逐渐失去记忆，最后丧失自理能力。
其最有名的特点是生产乙酰胆碱的神经细胞大片死亡或者活跃性降低。
通常认为可能是乙酰胆碱的减少导致了阿尔茨海默病。这个假说颇受争议，但当下相关药物治疗主要还是以此假说为基础。
现在针对阿尔茨海默病的五大药物，其中四种都是通过抑制大脑中分解乙酰胆碱的酶来保持大脑中含有高浓度的乙酰胆碱，但都收效甚微。

07

谷氨酸

谷氨酸是大脑中数量最多，

覆盖面最广的兴奋性神经递质。

如果把兴奋性和抑制性比作“阴阳”的话，

那谷氨酸就是大脑中的“阳”。

而下一章出场的GABA就是“阴”。

谷氨酸

GLUTAMATE

个人简历



ABOUT ME

我的名字可以被缩写为Glu（咕噜），不过科学家还是一般直接称我为“Glutamate”。

我是大脑中数量最多、覆盖面最广的兴奋性神经递质。如果把兴奋性和抑制性比作“阴阳”的话，那我就是大脑中的“阳”。而下一章出场的GABA就是“阴”。

而且我可以在特定情况下转变成GABA哟。

籍贯

谷氨酸可以直接从日常饮食中摄取，也可以在很多神经细胞里直接合成。

在大脑中。它是直接在突触前膜中通过改造谷氨酰胺（一种可以通过血脑屏障的氨基酸）直接生成的。而且是要用的时候再立马生成，这样大脑就不会因为有太多谷氨酸而过度兴奋。

常居地

只有在需要的时候才会在突触前膜被生产出来，所以可以说是无处不在，没有常居地。

弱点

太多就会让大脑过度兴奋：癫痫

技能

没有特定的认知功能，而是种通用的兴奋性神经递质。

简单直接激活神经细胞，让细胞产生动作电位。

一点科学史

1952年日本科学家林髞（Takashi Hayashi）发现给狗的脑腔里注射谷氨酸会导致狗癫痫发作，因此他提出谷氨酸是一种神经递质。

1980年左右“谷氨酸是一种神经递质”这一概念被广泛接受。

不被接受的历史

1952年日本科学家林髞往狗的脑腔里注射谷氨酸导致狗癫痫发作，说明谷氨酸很有可能是一种神经递质，能够直接作用于神经细胞，让大量的神经细胞同时被激活。但这一结论一直不被西方科学界所接受，直到1980年陆续有更多类似的发现发出，西方科学界才全面接受。[1]

第一个发现谷氨酸是神经递质的这个科学家有点意思。找这部分的科学史非常困难，绝大多数的论文中一笔带过，只提到谷氨酸是第二次世界大战时期一名叫作Hayashi的日本科学家发现的。这个科学家全名是Takashi Hayashi，甚至维基百科都把他的名字拼错了。经过一番查找，我在庆应义塾大学的藏书中发现，此人的名字是林髞。“髞”读sào，中文日文里意思差不多，都是指性情粗鲁急躁。林髞曾留学苏联，是伊万·巴甫洛夫的学生，巴甫洛夫就是那位研究狗的古典制约的有名的生理学家。与此同时，林髞还是个侦探小说家，用的笔名是木木高太郎，代表作有《眼跳症》（日文『網膜脈視症』）和《愚人》（日文『人生の阿呆』）。

主要是谷氨酸太常见了，量太大了，大家一时无法接受它也是种神经递质的事实。一直到1980年它的神经递质的身份才被广泛认同。不过那个时候，木木高太郎已经过世了。

【敲黑板】

> 癫痫发作，学术全名是“epileptic seizure”，但在日常和新闻中会简称为“seizure”。当大脑的神经细胞出现过度的神经振荡（neuraloscillation）时，人会失控并产生混乱，甚至失去意识。神经振荡是很多神经细胞做相似的、重复性的神经活动，可以很容易用脑电图观察到。

木木高太郎的维基百科页面上并没有提及他是第一个发现谷氨酸是神经递质的人。我的日文不好，能查到的东西很有限，但比对了从各个来源找到的资料，我确定第一个发现谷氨酸是神经递质的就是木木高太郎。有点感叹，木木高太郎在科学上的发现其实很有价值，很多比他更有名的科学家可能都不能摘下这样的桂冠。

但在日本，大家记得他是因为他闲暇时写出来的几本侦探小说，却不在意他的学术发现。在学术界，毕竟是以欧美为主导的领域，当他的发现被人接受的时候，他已经去世了。又可能因为他是日本人，在研究谷氨酸的后人的记忆里，他也只是T. Hayashi，他们不知道他曾经师从诺贝尔奖获得者巴甫洛夫，也不知道他在日本其实是一位有名的侦探小说家。也不知道他本人更希望大家记住他的哪一个角色，是科学家还是侦探小说家。即使在两个行当里都做到了出色，也还是不如在一个行当里做到杰出更容易青史留名吧。这一点对一名亚裔科学家来说更为苛刻和残酷，在今天的科学界依旧如此。

---

[1]Watkins, J.C. (2000). l-glutamate as a central neurotransmitter: looking back.Biochemical Society Transactions, 28 (4),297–309.

“最古老”的神经递质

从进化学来看，谷氨酸也可以被称为最古老的神经递质。

基本任何已知有神经系统的动物，都有谷氨酸作为神经递质，甚至包括海胡桃（Ctenophore，学名栉水母）。海胡桃使用谷氨酸作为最主要的神经递质，尽管其他动物同样使用谷氨酸作为神经递质，但它只有谷氨酸，连常见的血清素和乙酰胆碱都没有。[1]值得注意的是，海胡桃所拥有的谷氨酸受体基因远比其他动物多，虽然它只有谷氨酸，但它可以通过用各种各样的受体的“排列组合”，凭着一种谷氨酸发挥出各种“技能”，比如说引起肌肉收缩这样的反应。

其他动物的神经系统都是由原始水母的神经系统进化出来的，拥有与水母相同的基础机制，因此可以认为海胡桃的神经系统是独立于其他动物的全新的神经系统。

海绵（海绵动物门）是一种原始的多细胞生物，它没有神经系统和消化系统，依靠海水流过自己的身体来获得食物和氧气并消除废物，就像海底中的滤水器。虽然它没有神经系统，却也会用谷氨酸作为细胞与细胞之间的信使来传递信息。[2]



左：Ernst Haeckel绘制的海胡桃(1904)；右：海绵。

图片来源：Dlloyd。

因此谷氨酸也可以被认为是“最古老”的神经递质。我们可以从研究这些简单的神经系统开始，从而了解智慧是如何在历史的长河中涌现出来的。

---

[1]Moroz, L.L., Kocot, K.M., Citarella, M.R., Dosung, S., Norekian, T.P., Povolotskaya,I.S., Grigorenko, A.P., Dailey, C., Berezikov, E., Buckley, K.M., Ptitsyn, A., Reshetov,D., Mukherjee, K., Moroz, T.P., Bobkova, Y., Yu, F., Kapitonov, V.V., Jurka, J., Bobkov,Y.V., Swore, J.J., Girardo, D.O., Fodor, A., Gusev, F., Sanford, R., Bruders, R., Kittler,E., Mills, C.E., Rast, J.P., Derelle, R., Solovyev, V.V., Kondrashov, F.A., Swalla, B.J.,Sweedler, J.V., Rogaev, E.I., Halanych, K.M., Kohn, A.B .(2014). The ctenophore genome and the evolutionary origins of neural systems. Nature, 510 (7503),109–114.

[2]Leys, S.P. (2015). Elements of a 'nervous system' in sponges. The Journal of Experimental Biology. 218 (Pt 4),581–591.

神经递质也讲究“阴阳两仪”

上面有提到，在1952年林巘提出谷氨酸是神经递质后，虽然不断有证据支持这一发现，但谷氨酸神经递质的身份一直都没有被接受。这是为什么呢?

这是因为谷氨酸对神经细胞的作用太强，也太单一了。当它被突触后膜上的受体接收后，神经细胞会被激活，进而产生动作电位。（忘记什么是“动作电位”了？翻回35页温习一下吧！）有这种效果的神经递质叫作兴奋性神经递质。

而且它的这一效果，对大脑里的所有神经细胞来说都一样，就像是通用钞票，完全没有针对性。这和1980年前对神经递质的定义有些不符，当时人们觉得神经递质既然要起作用，就要有针对性，要是它太通用，可能就算不上神经递质了。

现在看来，因为它太通用而不可能是神经递质，这个质疑有点莫名其妙。大概是因为人对事物的理解越深，就越能够接受新的概念。以前我们见过的钱币都有一定的地域性，人民币、美金、英镑、欧元。现在我们都习惯扫二维码付钱了，但要回到几十年前，你跟人说，存在电子钱包里的是钱，而且全世界都能用，那人多半会质疑它作为“钱”的身份，因为它跟他以前见过的钱都不一样。

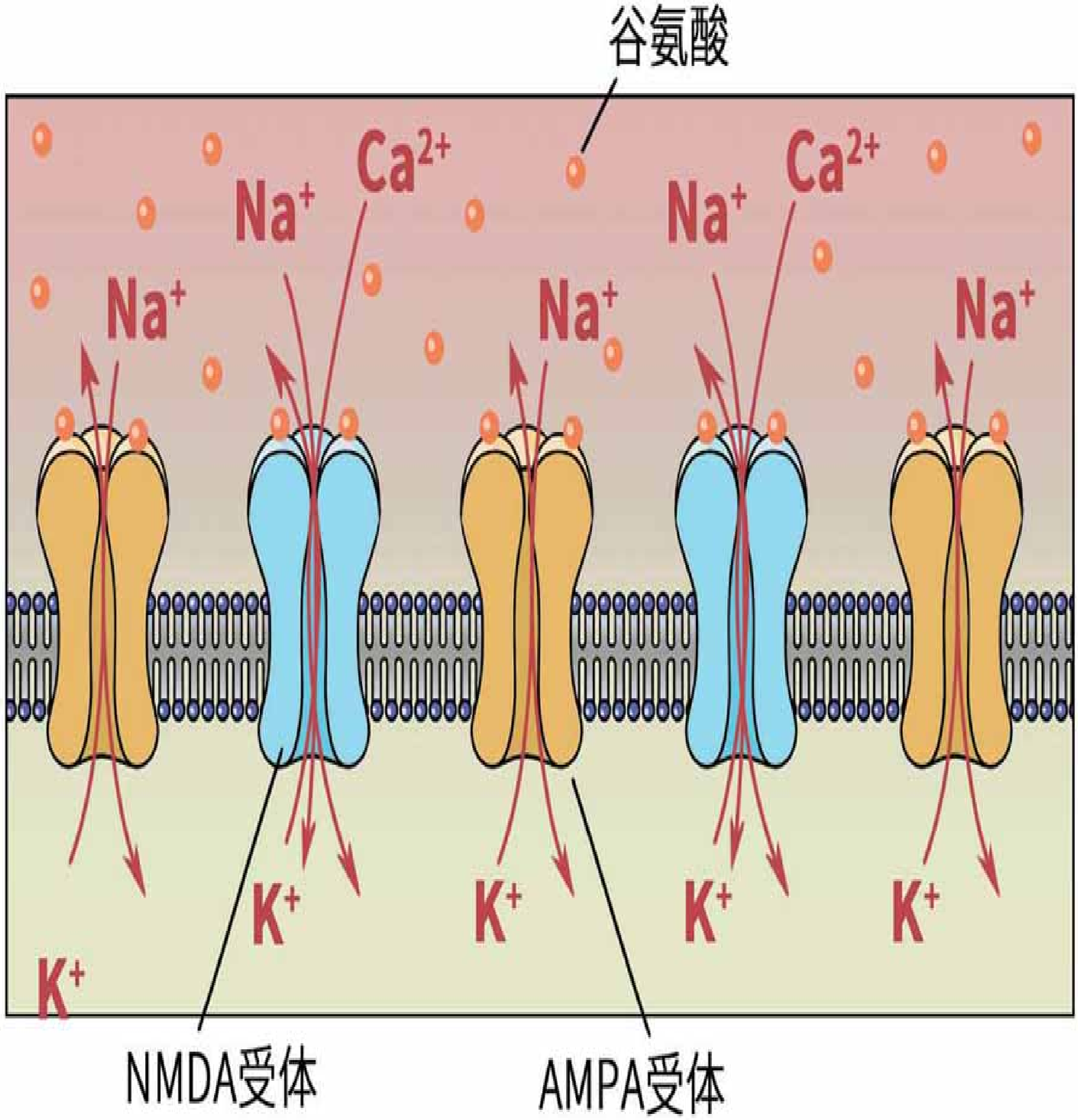
说回“兴奋性神经递质”这个概念。正如上面所说，当这类神经递质被释放进入突触，并激活突触后膜上的受体后，会让神经细胞产生动作电位。但要注意的是，并不是单一一个神经递质分子就能够激活一整个神经细胞，它实际做的工作是和特定的受体结合。

谷氨酸对应的有两种受体，一种叫AMPA，一种叫NMDA。很多神经细胞上都有这两种受体，而且这两种受体同时存在。它们长得很像，像是坐落在神经细胞膜上的一个个带了阀的水泵。NMDA的特点是，一旦激活，便会让钙离子（Ca^{2+}）和钠离子（Na^{+}）从细胞外进入神经细胞里，同时又让一个钾离子（K^{+}）到细胞外面去。而AMPA的特

点是，一旦激活，便会让一个钾离子从细胞内到细胞外，同时让一个钠离子从细胞外进入细胞内。

知识充电站

谷氨酸对应的受体其实不止AMPA和NMDA，还有一种叫作kainate。但和前两者相比，它的反应速度要慢不少，而且在大脑里的数量也相对少一些，我们现在对它的了解并不多。



在第二章中，我们已经强调过细胞内钙离子的重要性。在突触后膜中，钙离子可以激活各种各样的酶，进而产生一系列的生化反应，甚至改变基因的表现。当神经细胞内部钙离子过量，一方面神经细胞可能会因为吸水过多而肿大，另一方面钙离子可能会引起细胞内的酶的过度活动，这两方面都会杀死神经细胞，神经细胞要么爆开，要么自己把自己给消化了。所以钙离子，或者说激活NMDA受体，可以让

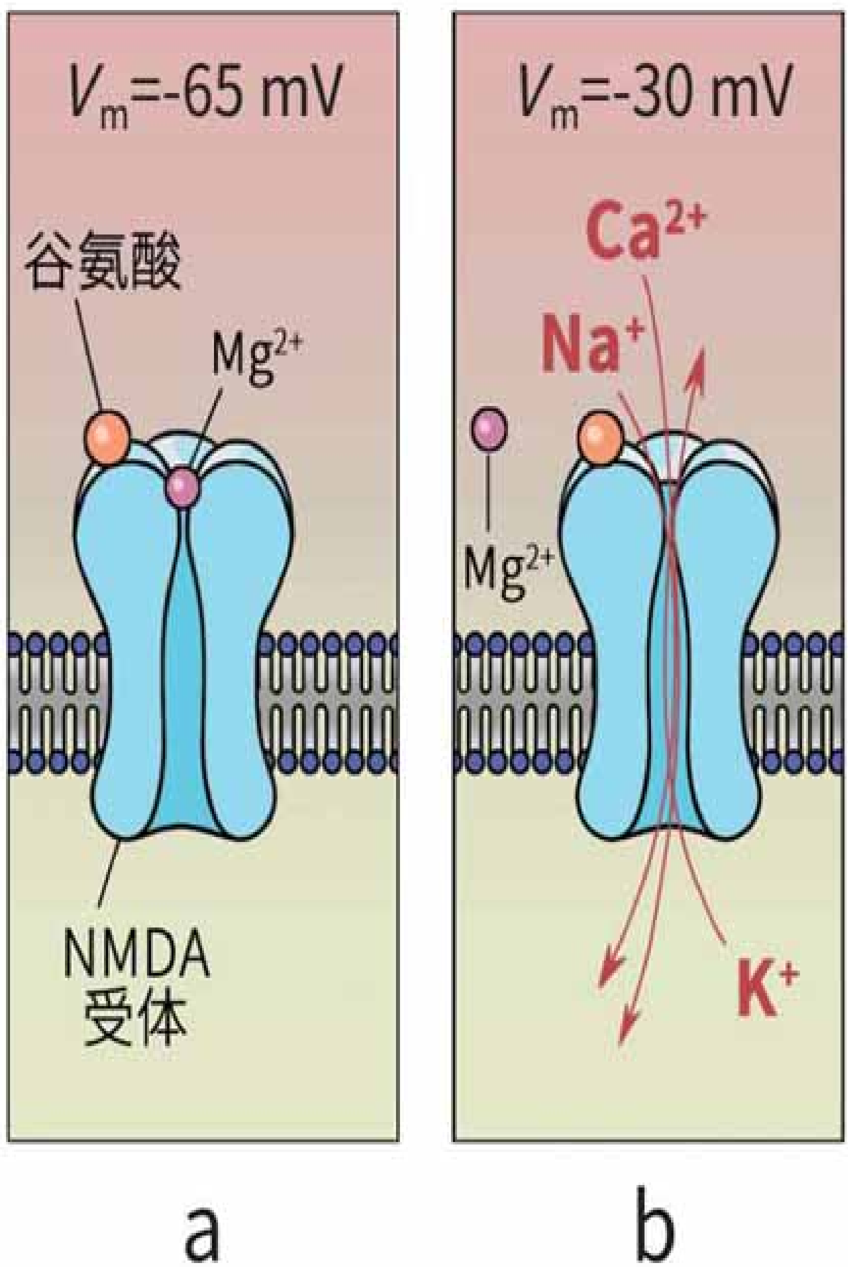
许多神经细胞一下子产生永久性或是长期性的变化。其中一种变化，就是产生长期记忆。

当它们同时被激活，细胞内外的钠离子和钾离子会保持平衡，但细胞内部就会有更多的钙离子。但想要在细胞里搞点事情，要做到产生动作电位这种大工程，就需要团队的力量。当许多谷氨酸同时激活受体，产生足够大的正离子流涌入细胞内，细胞便会产生动作电位。这便是激活了神经细胞，让这个神经细胞“兴奋”了起来。

虽然我不想把故事讲得太复杂，这样容易劝退读者，但这里还想说一下NMDA的另一个特点：NMDA遇到谷氨酸时，便会打开阀门，让钙离子进入细胞，但这一点并不是在所有的时候都有效。

神经细胞的细胞内和细胞外的电压差一般维持在-65毫伏（当然这个只是标准值），这个电压差就叫静息电位。当一个神经细胞处于静息电位的时候，即使有谷氨酸，NMDA也不会开门放钙离子，因为通道是被一个镁离子（Mg^{2+}）从外面给堵住的。只有当神经细胞的电压差（或叫膜电位）已经开始变得没有那么负了，譬如说到-30毫伏了，开始去极化了（翻回35页看动作电位是怎么产生的），镁离子才会从NMDA的通道中让开，让钙离子从外面进入。简单地添加一个这样的性质，和神经细胞的其他活动一起配合，就会让本来非常简单粗暴且单一的功能复杂化。

NMDA受体的两种活动形式



NMDA受体的两种活动形式：a.在静息电位下，被镁离子堵住，其无法让钙离子通过；b.在膜电位高于-65毫伏（比如图中的-30毫伏状态下），谷氨酸激活NMDA受体，让钙离子和钠离子涌入神经细胞内，并让钾离子离开。

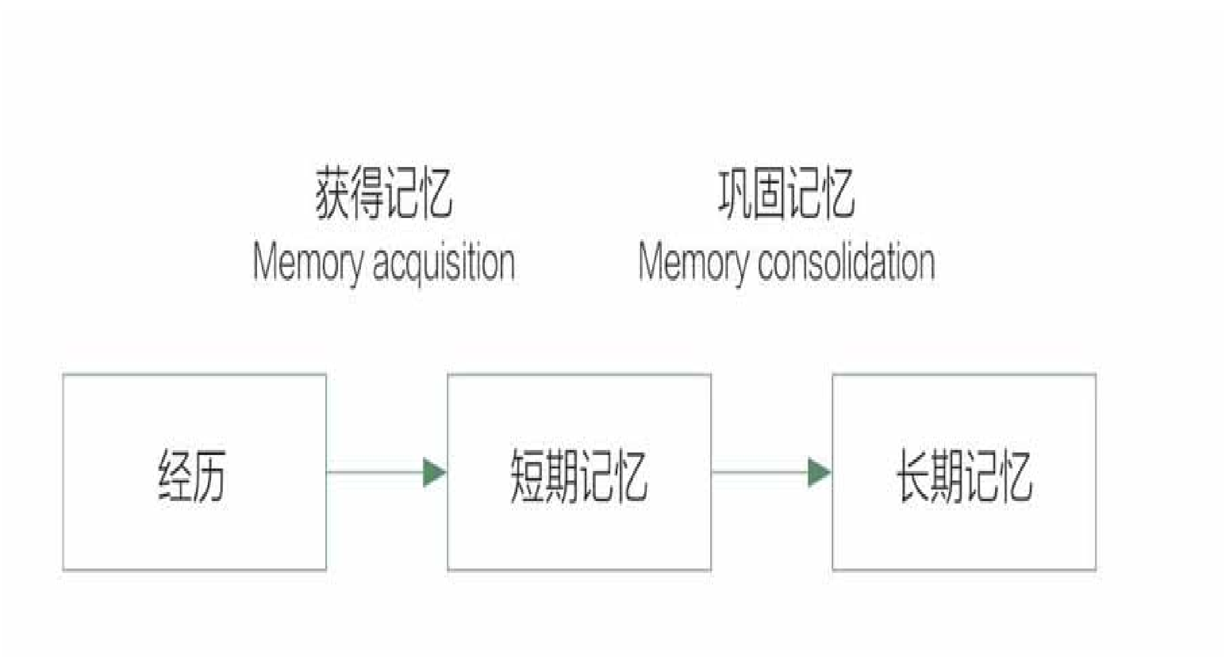
简而言之，兴奋性神经递质的存在会让神经细胞更容易产生动作电位。换言之，当神经细胞被要求产生动作电位的时候，兴奋性神经递质会来推动动作电位的发生，它会加大动作电位完成的可能性。一旦动作电位产生，信息便会沿着神经细胞发送出去。可以想象到它的重要性，大脑中至少一半的突触可以释放谷氨酸，所以谷氨酸被认为是数量最多的神经递质。

既然有神经递质能让神经细胞“兴奋”起来，那有没有起反作用的呢？有的，那种叫作抑制性神经递质。简而言之，抑制性神经递质会减少一个神经细胞产生动作电位的机会。抑制性神经递质的代表叫GABA，是我们大脑中最主要的抑制性神经递质，我们会在下一章专门讲它。有趣的是，谷氨酸是GABA的前体，也就是说，在特定情况下，谷氨酸这种兴奋性神经递质会变化成与自身作用相反的抑制性神经递质。

记忆：我很忙

“虽然我看着似乎无所事事，但在细胞的层面上我其实挺忙的。”这句话在“记忆”这个问题上尤为正确。虽然我估计这本书的读者大多都知道“人类的大脑只开发了10%”这句话是在彻头彻尾地胡扯，但可能还是有部分读者——和我一样——没有意识到一点：当大脑在储存信息的时候，其实整个大脑都没有什么闲着的神经细胞。基本上，我们大脑里的每一个神经细胞都能够产生某种与最近活动相关的记忆。

说到记忆，最好把它看成两个步骤：第一步是获得记忆，通过改变神经细胞之间的连接（也就是突触）来解码刚刚获得的感知体验；第二步是巩固记忆，巩固刚刚在突触上产生的变化，让它从短期的变成永久的，这样记忆就被长期记录下来。



用最简单的话说，记忆，不是通过长出新的神经细胞，而是通过加强或减弱已有的神经细胞之间的连接来记录的。而改变突触的这个过程叫作长时程增强（long-term potentiation，简称LTP）。这是挪威科学家泰耶·勒莫1966年在兔子的海马体里发现的。如果给突触前膜一点刺激，突触后膜会有反应，那如果给突触前膜来一段很强、很多的

刺激，突触后膜会怎么样呢？勒莫发现突触后膜会长时间维持一个很“嗨”的状态，而且如果你再给同一突触前膜来点刺激，后膜这种反应还会继续延长。

就有点像，突触前膜得到一个消息，后膜表示“知道了”，但如果突触前膜一下子给后膜发了几十条消息，后膜就会一连串地发各种表情包，并将长时间维持在这种状态。这时候前膜再发一个消息，后膜会“嗨”得更久。当我们说“长”，是有多长呢？就现在能看到的直接证据，这种状态能维持一年，甚至更长。

而LTP就是由谷氨酸调控的，更准确地说，LTP和NMDA受体被谷氨酸激活后引起钙离子涌入细胞这一现象有关。上一节中，我已经比较详细地解释了AMPA和NMDA受体的工作机制。（详情见161页。）如果用药物将NMDA受体给堵住，或是往突触后膜的神经细胞里直接注入钙离子的螯合剂，本该发生的LTP就不会出现。

那钙离子是如何让突触后膜的反应产生变化的呢？在突触后膜中，钙离子浓度升高时，会激活细胞里的一种叫作蛋白激酶的酶。这种酶有两个作用：一个作用是直接作用于AMPA受体，让其工作更高效，让它能够更流畅地让钠离子进入细胞里；另一个作用是直接给膜上添加更多新的AMPA受体。后者也会让细胞的树突变得更粗大，这都可以在显微镜下观察到。

【敲黑板】

> 螯合物（chelate）是一种复杂分子（或是离子）。螯合物的结构像是螃蟹的钳子，可以将一个中心体，比如钙离子，紧紧夹住，形成一个非常稳定的结构。而可以形成螯合物的就是螯合剂。这里在细胞里注入钙离子的螯合剂，就像是把细胞里的钙离子给“逮捕”了。即使涌入钙离子，它也起不了作用。

你姑且可以认为，谷氨酸可以引起LTP，而LTP可以长期强化神经细胞之间的连接。这是我们所知的，针对大脑是如何解码记忆这一功能的最主要的细胞机制之一。LTP不仅在海马区的细胞里发生，还在大

脑的其他很多区域中存在，包括控制情绪的杏仁核、分泌多巴胺的纹状体等等。虽然在不同的大脑区域中，LTP的产生机制有些许不同，但一致的是，谷氨酸的角色无法被替代。

【敲黑板】

> 蛋白激酶（protein kinase）是激酶下的最大族群。它专门作用于一些蛋白质，进而改变蛋白质的活性。在细胞里起着信号转导的作用。要用通俗的话说，它就像是我们出国旅行时要携带的变压转换插头。

LTP负责增强连接的强度，那有没有减弱连接强度的机制呢？也有，叫作长时程抑制（long-term depression，简称LTD），在小脑和海马体里都被观察到，小脑中的LTD被认为和运动学习有关，而海马体中的LTD被认为和清除记忆有关。LTD也是由谷氨酸控制的。

这就奇怪了，为什么谷氨酸能够引起两个完全相反的效果呢？关键区别就在于谷氨酸的NMDA受体。在上一节我们提到了NMDA受体不是只听谷氨酸的，它还会受到周围电压差的影响。如果细胞内的电压差很负，NMDA就会被镁离子给堵住。虽然被堵住了，其实NMDA还是能够让一点点钙离子进入细胞的。而这一点点钙离子，因为量小（小于5微摩尔每升），会在细胞内引起其他完全不一样的酶的注意。这群酶叫作磷酸酶（phosphatase），恰好和激酶的功能相反。

你可以把谷氨酸受体想成鸡蛋，把突触后膜想成装鸡蛋的盒子。那LTP就是用激酶多加鸡蛋和增大盒子的容量；而LTD就是用磷酸酶去把一些鸡蛋打碎，并把盒子给剪了。钙离子你这水性杨花的小妖精！

LTP和LTD是突触可塑性的两大支柱，而它们都站在“谷氨酸”这一基石之上。可塑性就是可以重塑的性质，在几乎不变的结构上，增加了可塑的细节，从而进行学习和升级。大脑的这一设置非常迷人。

“金发姑娘原则”

上面说的基本上都是谷氨酸对神经细胞的影响，其实不仅神经细胞有谷氨酸的受体，连胶质细胞也有。

那看到这里，你可能会觉得，哇，既然谷氨酸这么有用，那我们多来点吧！千万别，谷氨酸对大脑来说并不是越多越好。

知识充电站

> 大脑里不仅有神经细胞，还有胶质细胞（glial cell，或glia）。其实胶质细胞比神经细胞的数量多得多。胶质细胞是神经细胞的好伴侣，已知功能是为其他神经细胞提供支持、营养供给、维持稳定的环境以及绝缘。

你知道什么是金发姑娘原则吗?

金发姑娘原则（Goldilocks principle）其实就是“恰到好处”的意思。这个哏来自英国作家罗伯特·骚塞（Robert Southey）的童话故事《金发姑娘和三只熊》（*Goldilocks and the Three Bears*）。讲的是一位金发姑娘进山采蘑菇，经过了一个屋子，见没有锁门就闯了进去。其实这个房子是三只熊的，趁着熊爸爸、熊妈妈和熊宝宝没有回家，金发姑娘试了试三张不同大小的凳子，觉得大的太大、小的太小；又吃了厨房里的三碗粥，觉得太热的、太冷的都不好；又去睡了人家的三张床，觉得太大的、太小的都不好，恰到好处的最好。她坐在恰到好处的椅子上，享用了恰到好处的粥，最后在恰到好处的床上美美地睡了一觉。醒来后，房子的主人三只熊回来了，金发姑娘跳窗逃走，再也没有回来。这个莫名其妙的童话故事莫名其妙地在许多地区都很流行。而很多学科都用“金发姑娘”来指代恰到好处。

而在神经科学上，“金发姑娘原则”主要指的就是当一种神经递质（或是药物）同时拥有兴奋性和抑制性两种截然不同的特性时，太多

兴奋性不好，太多抑制性也不好，最重要的是找到两者的平衡，通常这个平衡不是一个绝对的点，而是一个区间。只有在这个区间内，才会有最优的表现。而谷氨酸就是“金发姑娘原则”的绝佳例子。正常情况下，我们需要的是谷氨酸有恰到好处的浓度，被释放进正确的位置，并且维持恰到好处的时间。太少的谷氨酸会导致人失去意识，而太多的谷氨酸则会损伤神经细胞。

而我们的大脑是如何控制好谷氨酸的量的呢？答案在于谷氨酸的来源。如果你仔细阅读了本章开头的“谷氨酸的个人简历”，你会注意到，谷氨酸没有一个特定的“籍贯”。谷氨酸可以从食物中获取，但它不能直接通过血脑屏障，被大脑直接使用。虽然在一些特定情况下，它可以在其他化学物质的帮助下通过血脑屏障，但这不是主要的途径。一般情况下，谷氨酸是直接在突触前膜中合成的。在大脑中合成谷氨酸需要谷氨酰胺（glutamine），它是人体内最多的非必需氨基酸，也是唯一一种可以直接通过血脑屏障的氨基酸。谷类、牛奶、牛肉、鸡蛋、鸡肉、菠菜、味精里都含有谷氨酰胺。谷氨酸和谷氨酰胺之间可以循环变化，这个过程叫作谷氨酸-谷氨酰胺循环（glutamate-glutamine cycle）。当需要谷氨酸的时候，就把谷氨酰胺加工来使用，用多少变多少。

这样，大脑就能将谷氨酸的浓度控制在一个恰到好处的量。

扩展阅读

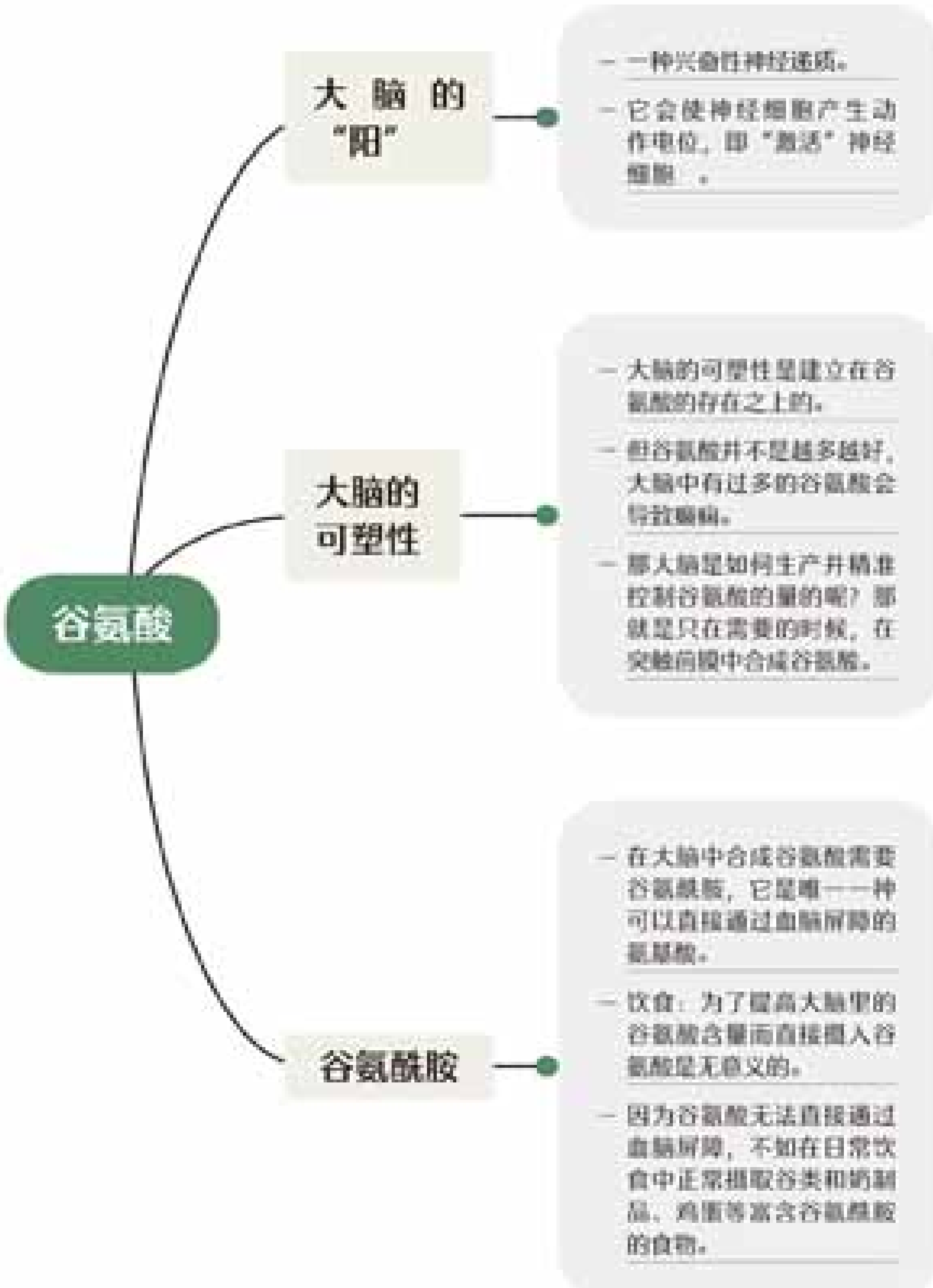
1.本章的许多内容参考了这本教材：Sie g el, G.,Agranoff, B., Wayne, A., Fisher, S., Uhler, M. eds.(1999) .Basic Neurochemistry, 6th ed. Lippincott-Raven.

2.其实这里有一大块内容我绕开没讲：和谷氨酸相关的各种受体，一共有六大家族，非常复杂。我在本科花了一整年的时间学这一部分，是最劝退的内容！这一部分实在是太难科普了，而且确实——对绝大多数读者来说——受体的细节并不是很重要。如果你对其受体感兴趣，强烈建议你直接去读综述和论文。这里介绍几篇最经典的综述供你参考。

Meldrum, B. S.(2000). Glutamate as a Neurotransmitter in the Brain: Review of Physiology and Pathology. Journal of Nutrition

,130(4S Suppl),1007S 1015S.

Platt, S.R. (2007). The role of glutamate in central nervous system health and disease–A review. The Veterinary Journal, 173(2),278–286.


谷氨酸
大脑的“阳”
一种兴奋性神经递质。
它会使神经细胞产生动作电位，即“激活”神经细胞。
大脑的可塑性
大脑的可塑性是建立在谷氨酸的存在之上的。
但谷氨酸并不是越多越好，大脑中有过多的谷氨酸会导致癫痫。
那大脑是如何生产并精准控制谷氨酸的量的呢？那就是只在需要的时候，在突触间隙中合成谷氨酸。
谷氨酰胺
在大脑中合成谷氨酸需要谷氨酰胺，它是唯一一种可以直接通过血脑屏障的氨基酸。
饮食：为了提高大脑里的谷氨酸含量而直接摄入谷氨酸是无意义的。
因为谷氨酸无法直接通过血脑屏障，不如在日常饮食中正常摄取谷类和奶制品、鸡蛋等富含谷氨酰胺的食物。

08

GABA

GABA对健康的大脑来说极为重要：

太多的GABA导致过度的神经抑制，

进而导致昏迷；

而太少的GABA则会导致癫痫。

GABA

GAMMAAMINOBUTYRIC ACID

个人简历



ABOUT ME

我的中文全名是γ-氨基丁酸，对科普不太友好，叫我GABA就好。注意，这个GABA不读“ga ba”，而应该是“gan be”。

正如我的双胞胎兄弟谷氨酸所说，他是阳，我便是阴，是抑制性神经递质。

酒精会让人放松就是因为酒精可以辅助我，让我更大更强。抗焦虑药也起着类似的作用。

籍贯

和谷氨酸类似，哪里需要我，我就在哪里出现。

几乎所有神经细胞都可以生产我，而且我是从谷氨酸变来的。

常居地

和谷氨酸类似，哪里需要我，我就在哪里出现。

弱点

太多会导致昏迷

太少会导致癫痫

技能

作为抑制性神经递质，抗焦虑和抗癫痫都和我相关。

适量的酒精能让人感到放松也是因为我啦！

一点科学史

·早在1910年左右，就有人在各种细胞和组织中找到GABA，也有一些未被重视的论文（甚至有些都没有被发表）认为GABA在大脑中起了一些作用。但和谷氨酸类似，大家无法接受这么简单的氨基酸是一种神经递质。

·1959年弗洛里（Florey）和麦克伦南（McLennan）在哺乳动物中提取到GABA，他们认为这应该是一种神经递质。

·在此之后，针对GABA到底是不是一种神经递质这个问题进入了长达十年的争论。1968年前后，几篇零散的论文终于解释了各种谜团。针对GABA的研究出现井喷，最后在1980年前后这一观点被接受。这个结果不是由一个人或是一个小团体得出的，而是整个领域的共同协作。

大脑的“阴”

不夸张地讲，在开始写本章的这一刻，我的手心都在出汗。我读本科的时候，最讨厌GABA了。它的知识点超多，受体也超复杂，而且这还都是药理学必考点，因为它我差点挂科。当时我们专业挂一科就要留级，所以我看着GABA就有些害怕。在写到这章之前，我一直在思考，有没有可能找到一个什么绝妙的借口跳过这一章，然而答案是没有。GABA是一种极为重要的神经递质，而且即使是对普通读者来说，它也非常值得了解。如果说了解前面五种神经递质是为了满足我们的好奇心，那了解GABA就是真的能够在生活中帮助我们理智消费和避坑。

好，那我们现在就开始吧。

正如小标题所说，GABA是我们的大脑中最主要、最普遍的抑制性神经递质，它的存在能够抑制突触。抑制突触的意思就是让突触两头的神经细胞不能够被激活去传递神经脉冲，换言之，突触被强制沉默了。

知识充电站

GABA是如何抑制突触的？

当GABA出现在突触里时，它会和突触前后膜上的某些特定的受体结合，导致细胞膜上的离子通道打开，让带负电荷的氯离子流入细胞里，并让带正电荷的钾离子离开细胞，让细胞处于“细胞膜内负外正”的状态。细胞膜内外的电压差，叫作膜电位，一般情况下，这个膜电位在-50毫伏到-70毫伏之间。如果这个值低于-70毫伏——这个过程叫作“超极化”——会使神经细胞处于暂时的抑制状态。如果GABA消失了，过一会儿膜电位就会慢慢往0靠近，这个过程叫作“去极化”。

GABA对健康的大脑来说极为重要：太多的GABA导致过度的神经抑制，进而导致昏迷；而太少的GABA则会导致癫痫。

癫痫发作的时候，患者会明显不受自己控制地晃动、严重抽搐。其实这就是大脑皮层不受控制地放电导致的，患者会失去意识并失去对身体的控制。

因为发作往往非常突然，人会不受控制，看起来也吓人，在很多地方——无论是大城市还是乡村——患者常遭受各种歧视。我小时候就被家人嘱咐过，离某个邻居远一些，因为她得了羊癫风（羊癫风、羊角风都是癫痫的俗称）。其实这完全是没有必要的。很多人只是偶尔由中毒或是创伤导致单次癫痫；有的人即使会反复癫痫发作，也有很多药物可以控制，药物也很平价易得。

知识充电站

中医常用“风”来形容突发性疾病，比如老人脑出血，叫“中风”，儿童突然失去意识，双眼上翻不停抽动，叫“抽风”，而癫痫又被叫作“羊角风”。

癫痫的诱发有多常见呢？过度饮酒、过于兴奋都会导致癫痫。日本动画历史上有一个事件叫“卡通昏迷事件”，有一集动画片（《精灵宝可梦》第三十八集《电脑战士多边兽》）里出现5秒钟的红蓝帧交替闪动的画面，导致685名观众在日本各地同时出现癫痫。除此之外，如果父母常拍打孩子的头部，使得颅内出血，也会导致孩子患上癫痫。

借酒消愁：为什么微醺时人感到放松?

我在读博士以前是完全不沾酒的。但在写博士毕业论文的三个月里，我突然发现了酒精的奥妙。书桌上直接就放着一大瓶金酒（gin），写不出来了，就混着汽水喝两杯，人一下就放松了。

这么说不是要鼓励各位酗酒，酗酒肯定是不好的。但借酒消愁这种行为绝对不仅有戏剧效果，适度的酒精能让人达到微醺的状态，确实有令人放松的效果。那为什么酒精能让人放松呢?

答案很简单粗暴：它和常见的抗焦虑药一样，能够提高GABA在大脑里的工作效率，是GABA的助攻。

现在市场上卖的很多抗焦虑的药都和GABA有关。提高GABA的工作效率，就会给人一种放松的效果，这是因为它作为抑制性神经递质，对大脑有镇定的作用。

焦虑（anxiety）已经成为一个常见问题。焦虑是一种消极的情绪状态，其主要的成分是担忧和顾虑。适度的焦虑对大脑来说相当正常，从心理进化学的角度来看，焦虑是一种防御机制，让我们对新环境可能带来的危险提高防范意识、保持警惕。但是，现在来看，越来越多的时候，我们会过分焦虑，甚至让这种消极情绪影响到正常的生活和工作。虽然我们对焦虑已经很熟悉了，但焦虑的“正常”和“不正常”之间的那条线还是模糊不清的，即使是在临床上也不容易准确地量化，因为每个人的情况都不同，不同的性格也会有影响。

之前在血清素那一章，我们聊到了抗抑郁的药物，其中最常见的一种叫作选择性血清素再摄取抑制剂，通过提高血清素的浓度来达到调节心情的效果。这种药物也会被用来抗焦虑，但见效比较慢。如果需要立马见效，消除急性焦虑，那就需要针对GABA的抗焦虑药物。

这种药物叫作苯二氮䓬（Benzodiazepines）。这种药不仅被用来抗焦虑，还被用来抗癫痫，是一种很有效的镇静剂。它直接和GABA的受体相结合，让GABA受体能够更好地对GABA起反应。换言

之，就是GABA的助攻。类似地，酒精也是如此。酒精饮料中的乙醇（ethanol）就和苯二氮䓬一样，作用于GABA的受体，让GABA的作用更强大。

这个道理懂了，我们很自然就能明白，为什么会有研究发现大脑里GABA浓度越高，抗焦虑药的效果就会越好。因为抗焦虑药就是个助攻，如果完全没有GABA，助攻再多也没有用。也因此，抗焦虑药的药效因人而异。

知识充电站

> 苯二氮䓬是可以通过血脑屏障的。所有能在大脑真正起作用的药物，都必须能够直接或间接地通过血脑屏障。这是相关药物能够起到作用的首要条件。

虽然作用于GABA受体的药物都有抗焦虑、让人放松的效果，但不要高兴得太早，它们也有损害认知和记忆力的副作用，所以要慎用。另外，因为大脑的奖赏系统的神经细胞上也有GABA受体，服用这类药物会间接导致其释放多巴胺。虽然这也让它们的药效更好，但长期服用会让人上瘾。一旦停止，就会出现戒断症状（withdrawal）。同理，酒精也特别容易让人上瘾。酗酒之人，突然停止喝酒也会出现戒断症状。也是因为它们和GABA的关系，焦虑和酗酒这两大问题往往同时出现。

我现在已经很久没有喝酒了。虽然有过一段极为焦虑的体验，但当去掉酒精这一个选项后，我发现也有很多其他方式控制焦虑。

补充GABA就能抗焦虑？

看到这里你可能发现了一个商机：既然抗焦虑药物的原理就是提高GABA的效益，那我直接吃GABA不就好了吗？

和你有相同想法的人有很多，而且这是个巨大的市场。

GABA是市面上最容易找到的大脑营养补充品，没有之一。商家打的旗号，往往就是抗抑郁。如果上淘宝搜“GABA”，你会发现各种各样海外进口的营养补充品，除了标准的软糖。在英国亚马逊上搜，还能找到一种叫作“佳叶龙茶（GABA tea）”的茶叶，说是喝了这种茶，大脑的GABA浓度就能提高，比口服的药片见效更快，也能看到很多看起来很真实的好评。它们主打的，不是抗焦虑效果，就是“一吃立马入睡”“拒绝胡思乱想”这类帮助睡眠的功效。GABA的确和入睡有关系，这一点我们会在最后一章讲睡眠时聊到。

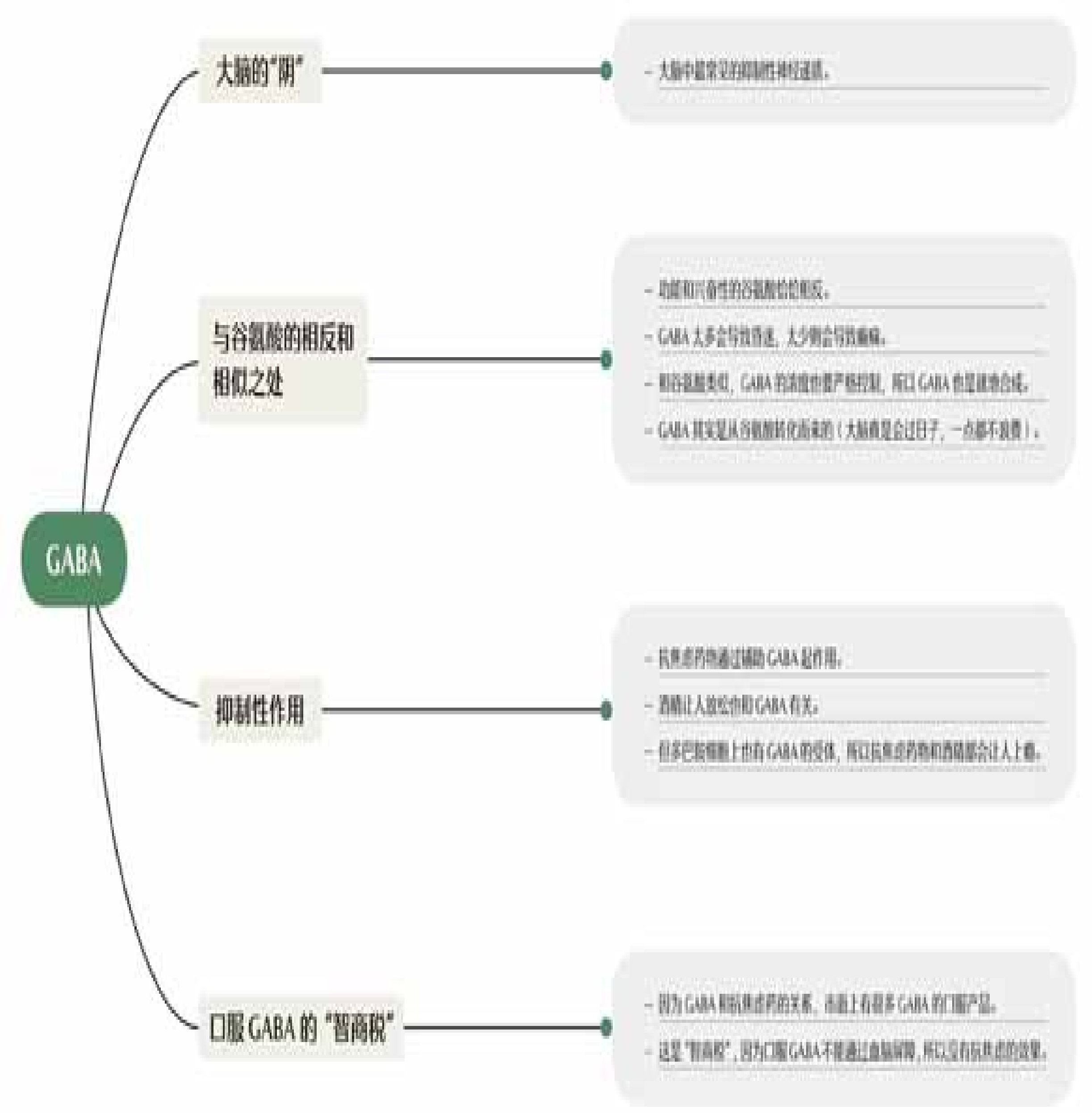
但其实这类营养剂应该是没有作用的，因为口服GABA没法穿过血脑屏障，不会对大脑起到直接作用。

如果你和我一样无聊，仔细去看这些口服GABA的评论区，会发现有很多好评非常真实，感觉不像是商家自己编的。但即使这些好评是真的，绝大多数也只是由于安慰剂效应。



GABA

明明没有效果，为什么这种口服GABA还会被允许作为营养剂销售呢？特别是在欧美地区，他们一般对药剂和营养品的广告控制相当严格，这相当令人困惑。我个人猜测，其背后的逻辑是，虽然没有证据证明它有用，但也没有证据证明它无用，而且也没有明显的副作用，所以姑且把它当成安慰剂使用也是可以的。


GABA
大脑的"阴"
大脑中最常见的抑制性神经递质。
与谷氨酸的相反和相似之处
功能和兴奋性的谷氨酸恰恰相反。
GABA 太多会导致昏迷，太少则会导致癫痫。
和谷氨酸类似，GABA 的浓度也被严格控制，所以 GABA 也是就地合成。
GABA 其实是从谷氨酸转化而来的（大脑真是会过日子，一点都不浪费）。
抑制性作用
抗焦虑药物通过辅助 GABA 起作用。
酒精让人放松也和 GABA 有关。
很多多巴胺细胞上也有 GABA 的受体，所以抗焦虑药物和酒精都会让人上瘾。
口服 GABA 的"智商税"
因为 GABA 和抗焦虑药的关系，市面上有很多 GABA 的口服产品。
这是"智商税"，因为口服 GABA 不能通过血脑屏障，所以没有抗焦虑的效果。

09

内啡肽

除了运动和吃辣带来的爽，

内啡肽其实和各种愉悦感都有关系。

小到吃糖时的愉悦感，

听欢快的音乐时的愉悦感，

甚至性爱高潮时的愉悦感，都和内啡肽有关。

内啡肽才是真正的快乐物质。

内啡肽

ENDORPHIN

个人简历



ABOUT ME

我们是三胞胎！α、β和γ！我们的结构有些不同，但作用差不多啦！

GABA不是自称大脑的阴，是最主要的抑制性神经递质吗？我们更“阴”，能够抑制GABA!

籍贯

脑下垂体（pituitary gland）

常居地

和控制疼痛相关的大脑区域：

杏仁核

脑干网状结构（reticular formation）

脊髓丘硒束（spinothalamic tract）

弱点

大脑自产自销的吗啡，又不用担心上瘾，简直无敌。

多运动你就能产生更多内啡肽啦！

技能

通过解除GABA对多巴胺的抑制来止痛

还会让人产生很爽的感觉

一点科学史

·1975年由两组独立的研究人员同时发现。

知识充电站

一点点科学史

在1975年，内啡肽由两组独立的研究人员同时发现。

苏格兰的约翰·休斯（John Hughes）及汉斯·科斯特利兹（Hans Kosterlitz）首次在猪的脑中发现有α、β及γ三种内啡肽。当时他们称它为enkephalin（脑啡肽，由大脑的希腊文变化而成）。

同一时间，另一组美国研究人员拉比·西曼托夫（R a b i Simantov）和所罗门·斯奈德（Solomon H. Snyder）在牛的脑中发现脑内啡。埃里·西门（Eric Simon）把它称为“endomorphin”，是“内生吗啡”的缩写。事实上吗啡本身并不是肽，但近期的研究发现，人类或其他动物的肌肉细胞组织能产生吗啡。

大脑自产自销的止疼药

内啡肽这名字怪怪的，但如果你知道它的英文全称就能明白它的来源以及功能。内啡肽的英文名是endorphin，它其实是“endogenous”和“morphine”两个单词的缩写。endogenous的意思是“内生的”，在生物上指某种物体生产于体内，和“外生的”，也就是在外界生产然后进入体内的状态相对。Morphine就是吗啡，它是一种鸦片类止痛剂，直接作用于大脑，用于缓解疼痛。制药师将它从罂粟花中提炼出来，起初发现它有让人入睡的作用，因此就以希腊神话当中的睡眠之神——莫耳甫斯（Morpheus）的名字将这种物质命名为“吗啡（morphine）”。总而言之，内啡肽就是一种身体内自产的、类似吗啡的物质，即“内生吗啡”。又因为从化学结构来讲，它是一种肽，所以它的中文名字就是内啡肽。

【敲黑板】

肽（peptide）指由两个或两个以上氨基酸通过肽键连接组成的一种物质。

肽键是什么呢？是指两个氨基酸（的氨基和羧基）通过脱水连接在一起，而连接在一起的那个位置，就叫肽键。详细地讲，就是两个氨基酸通过肽键合成一个二肽，在这个过程中，一个氨基酸会失去—OH，另一个氨基酸会失去一个—H，两个被抛弃的合成为一个水分子（H_2O）。因此，整个过程也被称为脱水缩合反应。

总而言之，正如内啡肽的名字所示，它是一种大脑自产自销的止疼药。虽然内啡肽可以细分为三种：α、β及γ。但它们的主要效果是抑制疼痛信号在大脑中的传递，简言之，就是止痛。当身体感受到疼痛的时候，大脑的脑下垂体会分泌内啡肽。这些内啡肽会兵分两路，一路进入大脑，一路进入身体，双管齐下来抑制疼痛。但有趣的是，

在大脑和身体中，虽然内啡肽的止痛功能是一样的，但它们使用的方式完全不同。在身体里，内啡肽通过阻止神经细胞生产一种名叫P物质（Substance P）的痛觉传递物质，P物质少了，痛感就减弱了。而在大脑中，内啡肽则是通过阻止GABA——没错，就是上章的GABA——来止痛的。因为GABA是最主要的抑制性神经递质，它会无差别攻击，能够抑制多巴胺的产生。GABA少了，对多巴胺的抑制也就少了，间接地达到了止疼的作用。它们之间的关系有点绕，但这样的安排恰恰凸显了大脑的奥妙。看到这里，相信你能明白为什么内啡肽一定要被安排在这一章了。

有意思的是，大笑可能会刺激大脑生产内啡肽[1]，达到提高疼痛阈值的效果。这点很有意思，但仅靠这一篇论文就下定论，说“大笑可以止痛”，就有点过分，大家不要迷信这样明显是“欺负智障”的定论。在实际操作上，如果你崴了腿，在路边大笑是止不了疼的，但肯定会受到路人们关爱“智障”的眼神洗礼，最后上救护车的时候，记得确认那是去骨科医院还是去精神病院的车（开玩笑）。但我们要乐观一点，分手后在大雨中大笑不一定能帮你缓解心痛，但至少能增加一点点戏剧性。

---

[1]Dunbar, R.I., Baron, R., Frangou, A., Pearce, E., van Leeuwen, E.J., Stow, J.,Partridge, G., MacDonald, I., Barra, V., van Vugt, M. (2012). Social laughter is correlated with an elevated pain threshold. Proceedings. Biological Sciences,279(1731),1161–1167.

为什么运动后会感到很爽?

没事突然大笑能刺激多少内啡肽分泌，这个问题我们姑且不论。有一件事情能刺激内啡肽分泌一定是真的，那就是做有氧运动。

在做了大量运动后，虽然身体大汗淋漓，但心里却会有一种欣喜、爽快的感觉。这是为什么呢?

这种现象被称为“跑步者的愉悦感（runner's high）”，特指当连续做高强度运动一段时间后——当然，运动强度和时间因人而异——虽然身体疲惫，但你会感受到一种愉悦感。会引起这种现象的运动包括跑步、游泳、滑雪、长距离划船、骑单车、举重、运动舞或球类运动（比如篮球、足球等）。

那为什么运动会让大脑分泌内啡肽呢？是因为当你开始运动的时候，大脑将其看成一种小小的压力。面对压力时，大脑会自动生成内啡肽。而运动能够在短时间内促进内啡肽的产生，是因为高运动量会将你身体的肌肉里的糖原（glycogen）耗尽，这会使你感受到肌肉疼痛，为了让你的身体能够继续运动下去，大脑会释放内啡肽进入身体，给身体止疼。简言之，高运动量会减少糖原，而糖原减少会导致内啡肽升高[1]，进而给人带来快乐。

除了内啡肽以外，运动后的大脑还会分泌一种名叫脑源性神经营养因子（BDNF）的蛋白质。这种蛋白质也是大脑在面对压力，进入“备战”状态下采取的保护措施，特别是保护负责记忆的神经细胞，有时还会起到“重启开关”的作用。这可能也解释了为什么运动之后，你不仅会感到快乐，还会觉得轻松和头脑清晰。

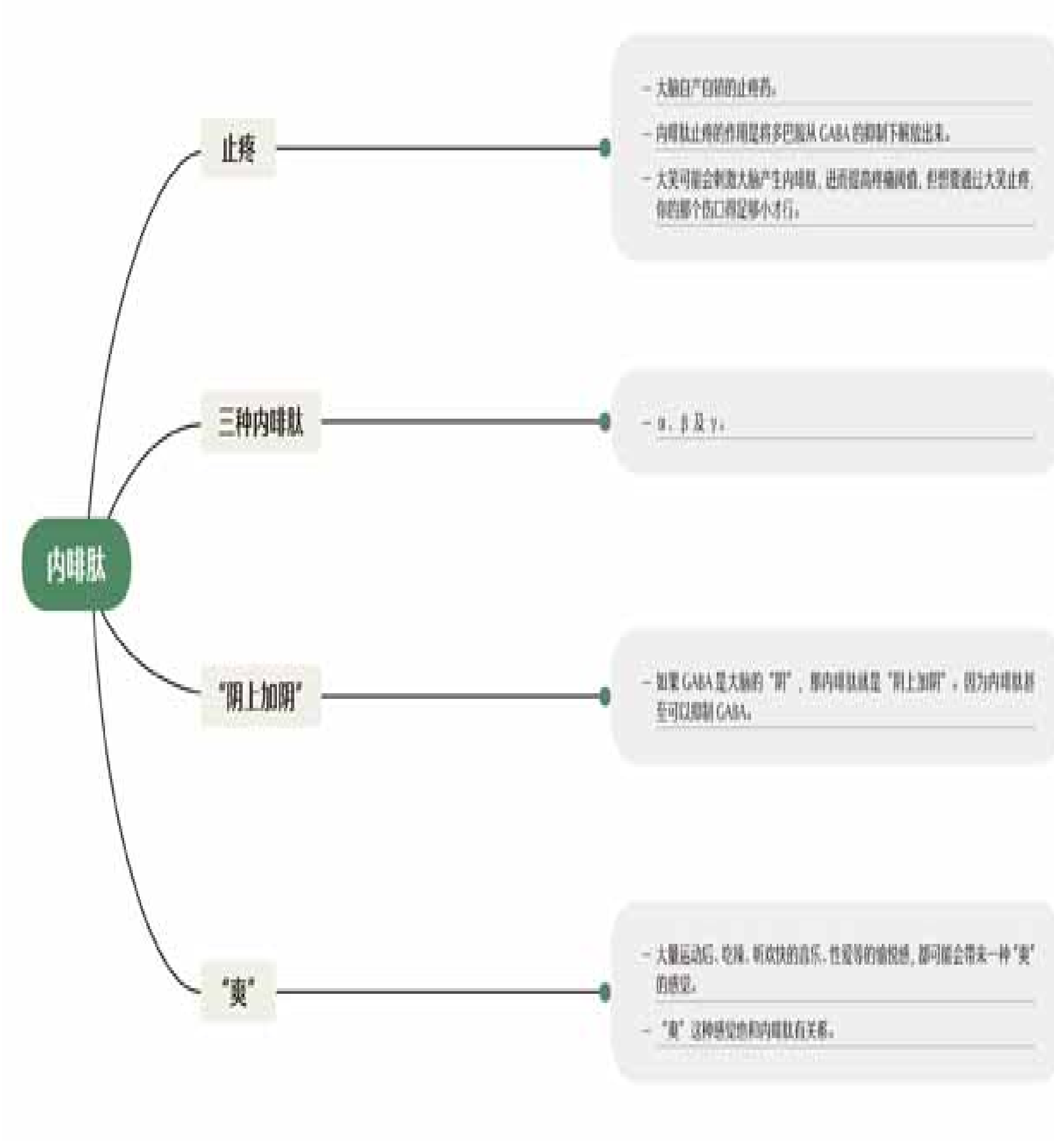
简而言之，运动后很爽的感觉来自大脑产生的内啡肽。类似的感觉我们在吃辣椒后也会有。红辣椒之类的香辛料中含有辣椒素，摄入辣椒素能刺激内啡肽分泌，辣椒越辣分泌量越高。这些辣椒素同时也是治疗慢性疼痛的药物。这也是为什么有些人吃很辣的火锅会感觉很爽。

除了运动和吃辣带来的爽，内啡肽其实和各种愉悦感都有关系。小到吃糖时的愉悦感，听欢快的音乐时的愉悦感，甚至性爱高潮时的愉悦感，都和内啡肽有关。如果一定要找到一个快乐物质，大概内啡肽才是真正的快乐物质。



内啡肽

好，问题来了。所以到底谁才是真正的快乐物质？a.多巴胺；b.血清素；c.内啡肽。开玩笑，希望读到这里，你不会再简单地给神经递质安上“快乐物质”这顶帽子了。



[1]Milman, S., Leu, J., Shamoon, H., Vele, S., Gabriely, I .(2012). Magnitude of Exercise-Induced β-Endorphin Response Is Associated with Subsequent Development of Altered Hypoglycemia Counterregulation. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 97(2),623–631.

10
一花独放不是春——睡眠

醒着的时候，

去甲肾上腺素负责行为觉醒，

乙酰胆碱负责激发皮层活动，

同时血清素积累睡眠压力并引起睡意。

一花独放不是春，百花齐放春满园。

到此为止，我已经把大脑里的七种重要的神经递质挨个讲了一遍。但别忘了，大脑是个整体，没有任何一个大脑区域或是化学物质是完全独立的。我们的感知和认知是大脑各个部分合作的结果。所以，最后一章让我们来看看这些神经递质是如何协作完成大脑的各种认知功能的。你将会看到，这些神经递质各司其职，相互影响，谁也离不开谁，只要有一个没在状态，就会出现明显的问题。

前几天我在伦敦街头看到了一张宜家广告海报，让我印象深刻。海报的内容很简单，就是一个面霜瓶子，但瓶子里面放的不是面霜，而是一床被子，瓶子上也不是大品牌的logo，而是“sleep（睡眠）”，下面一排小字“The most natural anti-ageing remedy（世界上最自然的抗老化治疗）”。

每个人的一生，无论长短，都会花将近一半的时间在睡眠上。睡眠对人的影响可以说是立竿见影，如果前一天晚上没睡好，或是没睡，第二天几乎做任何事都会非常困难。睡眠，就是神经递质共同协作的最佳案例。



宜家2020年9月广告海报。我最喜欢的创意是最右侧的“Sleep”面霜。Creative: Mother; Production company: The Miss Jones Agency; Photographer: Amy Currell; Stylist: Amy

Friend; Modelmaking: Andy Knight Ltd

“醒着”可没你想得那么简单

我们在聊睡眠的时候，不能只看睡着的那几个小时，更要看醒着的时候。换言之，能醒的那才叫睡眠，睡了醒不了或是不正常地觉醒，那睡眠都会有问题。睡和醒，就像是阴和阳两个方面。学术上我们把这两者间的联系称为“睡眠觉醒周期”。

首先，该如何定义“醒着”？换一个稍微专业一些的说法，什么是“觉醒状态”？“醒”带有个“星”字，有“由夜到昼”之意。“醒”字本身也指醉酒后神智从昏沉到清爽这一过程。觉醒是指睡眠结束或是还没有入睡的状态，这个状态有两个特点：

（1）行为觉醒（behavioral arousal），也就是你能对外界做出反应。学术上检查一个人是否有行为觉醒的最简单的办法，就是看他的姿势肌有没有肌张力。什么是姿势肌？其实就是用来维持姿势的肌肉。最简单的测试方式，就是看颈脖上肌肉的肌电图（electromyogram，简称EMG），观测肌肉里是否有神经传导。如果有行为觉醒，往往会不自主地控制颈脖的肌肉维持姿势，所以这可以作为一个间接的指标。

（2）脑电觉醒（electroencephalographic arousal），也就是皮层活动（cortical activation），特别是有高频脑波（γ波，30赫兹以上）。（不熟悉脑电波的先别急，我们接下来会专门讲到。）

来！跟着脑电波的节奏

如果想不敷衍地把睡眠讲清楚，就得了解脑电波到底是什么。你姑且可以将它理解为大脑里神经细胞活动时的节奏。无论你处于什么状态——醒着或是睡着——大脑都会产生各种各样的脑波。按照节奏高低，脑波（主要）可以分为五类。这五种脑波都可以用脑电图（EEG）检测到。

20世纪初，科学家们意识到大脑是靠电流运转的。大脑的最小单位是神经细胞，成年人的大脑有八百亿个神经细胞，而每个神经细胞与其他大概七千个神经细胞相连。每一个神经细胞就像是一个二极管，允许电流由单一方向流过。神经细胞会从与它相连的细胞那里接收到刺激信号，并将微弱的电子脉冲传递到附近的其他细胞。这些电信号通过神经细胞的细胞枝干在大脑中传播，有时候速度能接近每秒119米。虽然每一个神经细胞只能产生微量的电流，但是它们合起来，一个大脑能够产生20安培的电流。

1924年，德国科学家汉斯·贝格尔（Hans Berger）教授独立发明出了能够测量这些由神经细胞所产生的微小电信号的机器，他设计了一套电极系统置于头皮之上，与一示波器相连接，它能够全自动地记录脑内电流图。这套电极系统简称脑电图机，或EEG。

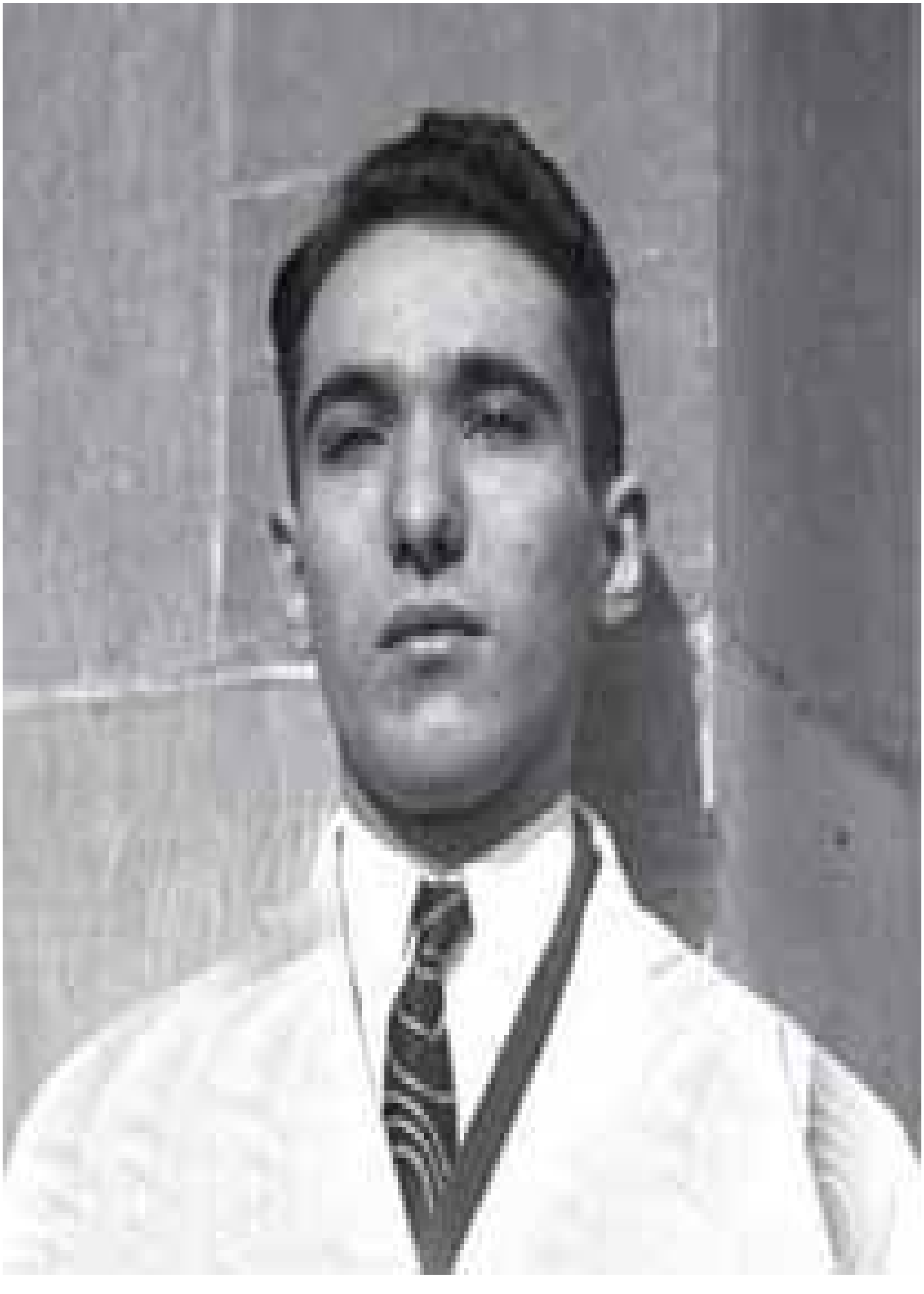
他发现，脑电图机能够检测出脑电波的振幅和频率。波的性质大家在中学物理中应该都学过。振幅是指脑电波所拥有的最大能量值，而频率是指脑电波每秒重复振动的次数。如同我们的声音，惊声尖叫的振幅肯定比小声嘀咕更大，或者说更重，而女性的声音频率普遍高于男性。类似地，脑电波也能够按照轻重、快慢的程度来分类。

贝格尔教授发现，当人完全清醒的时候，脑电波大约每秒振动12到30次，现在我们称这种波为β波；当人醒着但保持放松的时候，脑电波特别慢，每秒只振动8次，也就是8赫兹，现在我们称这种波为α波。

可惜当时学术界根本不相信他。大家根本不相信，那么细微的电流活动，通过头皮上贴着的小小感应器就可以被检测到，所以大多数

人都认为他的发现是实验错误，而他的发明是学术欺诈。这让贝格尔教授极其沮丧，他在1941年因抑郁上吊自杀。

他去世十年之后，在美国芝加哥大学读博士的尤金·阿塞林斯基（Eugene Aserinksy）意外发现，睡眠时大脑也有脑电波。不仅如此，他还发现，人在睡觉时眼球会有规律地做快速运动，他将这一现象称为快速眼球运动。



发现睡眠时的脑电波和睡眠时的快速眼球运动的尤金·阿塞林斯基

阿塞林斯基立马做了一个实验。他招募了二十个志愿者，每当这些人的睡眠进入到快速眼球运动的状态中时，就唤醒他们。他发现，绝大多数情况下，志愿者都说是在做梦。他将这些发现整合起来，发表了一篇名为《眼球活动及其伴随现象在睡眠中定期出现》的论文，于1953年9月10日发表在《科学》上。这篇论文的发表在神经科学史上是一座里程碑。1953年在生物学历史上是个很特殊的年份，克里克和沃森发现DNA双螺旋结构也是在这一年。

在此之前，科学家对梦的研究，都得通过每天清晨采访睡醒的人对梦的回忆和描述，这些描述不仅不可靠，还无法确定梦到底是在这一长夜中的何时发生的。快速眼球运动的发现一夜间改变了睡眠科学领域，为科学家们指明了一条通往睡眠科学的康庄大道。

原来睡眠那么“复杂”

我们可以把睡眠分为两大阶段，即非快速眼动睡眠期（NREM）和快速眼动睡眠期（REM）。前者又可以细分为三个阶段，即非快速眼动睡眠一期（N1）、非快速眼动睡眠二期（N2）、非快速眼动睡眠三期（N3）[1]。所以睡眠又可以被细分为四个小阶段：N1、N2、N3和REM。

在你准备入睡时，全身放松，脑电波从超过12赫兹的β波，变成了8赫兹的α波。再过几分钟，你的呼吸渐渐变慢，眼球开始左右转动，脑电波会变得更慢，大概只有4到7赫兹，叫θ波。这时你已经进入了睡眠的第一阶段，如果此时醒过来，你会觉得自己没有真正入睡。这个阶段中，你可能还会出现“睡前肌肉阵挛性抽搐”，开始时，你会感觉自己在下落，紧接着身体突然一阵抽搐，把自己惊醒。这一现象可能与过度劳累或睡眠姿势不佳有关。

2-5分钟之后，你进入睡眠的第二阶段，你的心率变慢，体温也会降低。这个阶段会出现一种特别的电流爆发的活动，叫“纺锤波”，在缓慢较平的脑电波上看起来像是一个横放的纺锤。纺锤波的出现，对抵抗外部（比如听到的噪声）和内部（比如身体略感饥饿）那些可能将你唤醒的刺激因素起着重要作用。在这个阶段，你全身的肌肉放松，可能会出现打鼾的情况。

20分钟后，大脑开始进入深度睡眠状态。这个时候大脑活动降到最低，产生非常缓慢的δ波，只有1赫兹。这个阶段叫作慢波睡眠，又被称为非快速眼动睡眠期。在这个阶段，你和外界几乎完全隔绝，除非闻到烧焦的气味，或是听到非常大声的噪声，否则很难醒过来。如果这时候有人把你唤醒，好长一段时间你都会觉得昏昏沉沉的。直到这个阶段，你都不会出现做梦时的快速眼球运动的现象。这时候把你唤醒，你可能会描述出一些零碎的想法，但不会有像梦境一般完整的故事情节。

再过30分钟，你进入了第四阶段，即快速眼动睡眠期。这时候，大脑和身体都快速活跃起来，心跳开始变快，呼吸变粗，眼球也开始

做快速运动。此时，你的脑干会彻底阻止任何的躯体运动，避免你从梦中醒来。而这期间你就在做梦，如果这时候被唤醒，你能够非常生动地描绘出梦境所有的内容。这期间，脑电波基本上和清醒时无异，但是你的肌肉会非常放松。

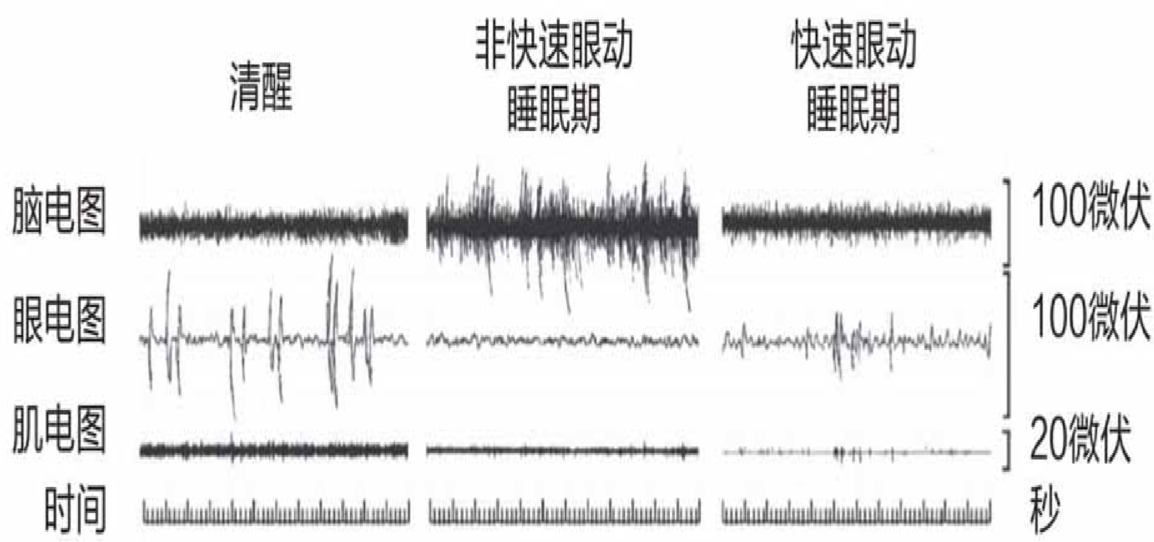
要注意的是，只有在晚上睡觉的时候才有机会进入快速眼动睡眠期。这倒不是和光线有关，而是在于睡眠长度。一般情况下，我们需要沉睡60-90分钟后，才会进入第一个快速眼动睡眠期，也才会开始做梦。

做完第一个梦之后，你又会开始重复睡眠的这四个阶段，周而复始。每个周期大概需要一个半小时，每晚大概会经历五个周期。在每两个周期之间，你可能还会经历非常短暂的微醒的状态，这个时候你是清醒的，但由于只有10秒左右，你可能根本没有注意到，醒来也不会记得。

如果一个人的睡眠出现问题，睡眠技师和临床医生可以通过检测大脑的脑电波，来了解被检测人的睡眠情况，评判睡眠的质量。为了准确地监控睡眠情况，一般需要监控被检测人的脑电图、眼电图（electrooculogram，简称EOG）和肌电图这三个指标。而要监控这三个指标，需要分别测量大脑皮层活动、眼球运动和肌肉活动。

如下页图所示，你可以看到觉醒、非快速眼动睡眠期和快速眼动睡眠期这三个时间段里，这三个生理指标有显著的差异。简单来说，当你安静地闭眼休息时，脑电波幅度小，且伴有高频的脑电波，你可能会有意识地活动眼睛和肌肉，这在眼电图和肌电图上看，它们的幅度都很大。而正如名字所示，非快速眼动睡眠期和快速眼动睡眠期的最大区别就是有没有快速的、无意识的眼球运动，这通过眼电图就能看出。除此之外，脑电图和肌电图也有区别。在下页图中，非快速眼动睡眠期的脑电图比快速眼动睡眠期的嘈杂（幅度大）得多，似乎很容易看出两者的区别。但在真实的情况下，还是用眼电图和肌电图来配合判定更可靠。从脑电图来看，非快速眼动睡眠期的脑电波比醒着的时候还要激烈，让没有经过训练的人来看，他们可能连快速眼动睡眠期和觉醒期的脑电波都分不清。也难怪九十多年前科学家们第一次记录睡眠的脑电波的时候会以为是机器坏了。

在对睡眠的不同阶段有了一些基本概念后，我们接下来看控制“醒”和“睡”的神经递质们。要注意的是，虽然非快速眼动睡眠期被分为三个阶段（N1、N2、N3），但在下面的内容中，我们把非快速眼动睡眠期当作一个整体来看，与快速眼动睡眠期相对应。



清醒、非快速眼动睡眠期和快速眼动睡眠期三种状态下的脑电图、眼电图和肌电图的示意图。相较之下能够很明显地看出三个状态下的不同之处。图片来源：Vazquez et al., J Neuroscience 22:5597-5605, 2002

	清醒	非快速眼动睡眠期	快速眼动睡眠期
脑电图	幅度小，伴有高频的脑电波	幅度大，且慢	幅度小
眼电图	幅度很大	几乎没有活动	幅度大
肌电图	大	中	小

到2020年为止，我们对调控“睡眠-觉醒周期”的神经递质的研究主要围绕以下五种神经递质——去甲肾上腺素、血清素、组胺（histamine）、GABA和腺苷（adenosine）展开。

你可能注意到，组胺这种神经递质我们前面并没有细谈。它没有被我列为“七个葫芦娃”之一，不是因为它不重要，恰恰相反，它的功能特别多，其中最有名的还是在调控“睡眠-觉醒周期”这个问题上。我个人认为在讲睡眠时来聊它最为合适，所以把它放在了这里。

而在这五种神经递质中，前三种——去甲肾上腺素、血清素、组胺——主要和觉醒有关，它们有相似的放电模式（discharge pattern）。这里的“放电模式”其实是指这些神经递质的“工作时间”，是上白班——即在觉醒时活跃（wake-on），还是上夜班——即在睡眠时活跃。在睡眠时活跃又分为两种，是在非快速眼动睡眠期活跃（NREM on），还是在快速眼动睡眠期活跃（REM-on）。这三种神经递质都是觉醒时活跃，快速眼动睡眠期时“休息（REM-off）”。

---

[1]如果你看学术论文，会发现绝大多数论文会用wake-sleep，early/light NREM，late/deep NREM这些说法来指代这三种非快速眼动睡眠期。

“坐白班”的神经递质

控制“醒”的神经递质主要有三种：去甲肾上腺素、血清素和组胺。

最开始，科学家观察到这三个神经递质都是“坐白班”。这是什么意思呢？就是说分泌它们的神经细胞都是在觉醒的状态下最为活跃，在非快速眼动睡眠期变弱，且在快速眼动睡眠期最弱。换言之，大脑中的神经递质的浓度在觉醒时最高，非快速眼动睡眠期次之，最后是快速眼动睡眠期，即“觉醒>非快速眼动睡眠期>快速眼动睡眠”的模式。这让人自然而然地推测它们可能和保持觉醒有着千丝万缕的关系。但这还不能说明它们和大脑之间的因果关系：是这些神经递质叫醒了大脑呢，还是因为大脑醒着才恰好产生它们呢？

去甲肾上腺素的功能最为清晰明确，它和觉醒有因果关系。简单来讲，抑制分泌去甲肾上腺素的神经细胞，动物就会昏昏沉沉、无精打采，而且很容易入睡（进入非快速眼动睡眠状态）。即使是醒着的时候，大脑皮层产生的脑电波也会变得比平常更缓慢，而且会进入一个同步的状态。相反，当动物熟睡时——无论是在非快速眼动睡眠期还是快速眼动睡眠期——只要激活相应的神经细胞让它们产生去甲肾上腺素，动物就会立刻醒来，前后不超过两秒。这个现象非常清晰地显示了去甲肾上腺素和动物觉醒之间的关系：去甲肾上腺素是因，动物觉醒是果。有了去甲肾上腺素，动物才保持觉醒，而且去甲肾上腺素越多，动物就越活跃[1]。

知识充电站

2005年发明的神器：光遗传学技术，用光控制神经细胞。

上述结论说起来直截了当，但其实是2010年时才确定的。为什么说起来这么简单的关系，到了最近才明确呢？原因很简单，就是我们一直都没有一个好用的工具，能快速地、精准地控制特定的神经细胞。如果我们想研究大脑到底是怎么正常运作的，必

须有一个工具，它能够单独将特定的神经细胞抑制或激活，同时不影响其他细胞的活动。如果直接插一根电极来控制神经细胞也是可以的，但不可避免地会损坏其他大脑区域，更不能精准地控制开关的时间和地点（即作用于哪一个神经细胞）。

2002年，科学界发现一种对光线敏感的细胞膜通道，叫作“光敏感通道”，它被照了蓝光后，会将细胞外的阳离子送进细胞内。想象一下，如果能够把这样的“光感器”装在特定的神经细胞上，我们就可以通过光控制一个细胞的电流活动，岂不是有机会给神经细胞装上开关？三年后，也就是2005年，美国斯坦福大学的卡尔·迪赛罗斯（Karl Deisseroth）和德国神经科学家格奥尔格·内格尔（Georg Nagel）成功发明了这样的技术，能够使用蓝光精准控制何时抑制和激活神经细胞。这种技术叫作光遗传学技术（optogenetics），并且在接下来几年里迅速发展成熟，在2010年的时候被《自然》评为“年度技术”，同时被《科学》认为是2000年后最大的科学突破之一。我对此印象很深，2010年我刚开始在伦敦大学学院读神经科学本科，当时教授们都非常激动，临时改了课程大纲，专门学了这种新技术。神经科学的所有领域都迫不及待地使用这样的工具去精准控制神经细胞。现在甚至发展到了在动物的头上戴一个头戴式的LED小灯管，就能远程精准地控制皮层表面的神经细胞活动，达到了毫秒级的精准度。如果想要控制大脑深处的神经细胞，可以将极薄的发光二极管植入大脑。现在已经有尝试用这样的技术治疗癫痫和帕金森病的案例了，想象一下它的前景，真是让人精神振奋。

补充阅读：如果你想了解更多信息，可以看看这一篇知乎专栏：brainnews的《光遗传学技术，这一篇就够了》https://zhuanlan.zhihu.com/p/52728555

分泌组胺的神经细胞，只有在动物醒了之后才会被激活。这和去甲肾上腺素有明显区别——是分泌去甲肾上腺素的神经细胞先被激活，动物才会苏醒，所以它有唤醒大脑的功能。而组胺则是维持醒的状态。用开车来举例，去甲肾上腺素有着类似点火启动和加油这类改变汽车状态的功能，而组胺则负责让汽车保持前行。

这一关系可以通过转基因小鼠来确认。科学家专门培育了一种天生不能生产组胺的小鼠。通过观察，他们发现这种小鼠到新环境的时候不会失眠。这是一个很有趣也很重要的现象，因为小鼠一般非常容易受到惊吓，如果给它换一个笼子，甚至只是清洁一下笼子里的垃圾，它当晚一定会失眠，一般要18个小时它才能再次回到正常的日夜循环，而进入熟睡则需要更长的时间。而这些天生没有组胺的小鼠则完全没有这样的习性，它们完全不介意换新环境，而且到了新环境也能倒头就睡。与此同时，这些没有组胺的小鼠还会有更长的快速眼动睡眠期，醒时大脑的脑电波也更缓慢。这些都证明了组胺对维持不睡的状态起着重要作用。

【敲黑板】

基因敲除技术（gene knockout）

简单来讲，就是将小鼠的基因进行修改，比如删除一些特定的基因，使得出生后的小鼠完全没有相关的基因，身体里自然也不会有相关的功能。打个比方，我们预测某种蛋白质和睡眠有关，那就可以在小鼠的胚胎中删除一节专门生产这种蛋白质的基因，这样小鼠出生后就天生缺少这种蛋白质。如果这只转基因小鼠在其他地方和普通小鼠一样，只是无法睡眠，就证明了这种蛋白质确实对睡眠有重要作用，进而证明我们的猜测是正确的。

虽然和去甲肾上腺素类似，血清素也是在动物醒着的时候浓度最高，但如果仔细观察分泌血清素的神经细胞，就会发现两者的激活率截然不同：分泌去甲肾上腺素的神经细胞是随机激活的，没有固定节奏，而且动物越警醒，激活率越高，这和去甲肾上腺素那一章的内容一致；而分泌血清素的神经细胞则不同，只要醒着，它们就会稳定地、有规律地、有节奏地激活。血清素和睡眠相关的作用其实我之前仔细描述过，它有让人产生睡意的作用。如果大脑不产生血清素，你就会失眠，一直保持醒着的状态。简单来讲，血清素像是一个时间沙漏，你醒着的时候，沙会慢慢堆积起来，沙堆得越高（睡眠压力越高），你就越想睡觉。而你一入睡，大脑就会减少新的血清素的生产，血清素会逐渐从大脑中消失，等你睡足醒来时，沙漏再反转过

来，重新开始计时。这样周而复始，平衡了人觉醒和睡觉的时间，让你即使知道是白天，也会顶不住睡意去补眠。

仔细想想，分泌血清素的神经细胞那稳定、有节奏的激活率，是不是如同时钟一般？这真的挺奇妙的。

那知道这些对我们有什么用呢？

在血清素那一章中，我曾提到过一种抗抑郁药，叫作选择性血清素再摄取抑制剂。从名字就能看出，这种药会选择性地阻止血清素被细胞再次摄取，这使得血清素能够在突触中停留更长时间，延长血清素的作用，提高它的效率。换言之，这种药会让大脑中的血清素含量保持在一个比较高的状态。从20世纪80年代以后它就被用来治疗重度抑郁症和强迫症。盐酸氟西汀、帕罗西汀、艾司西酞普兰这些常见抗抑郁药物都属于SSRI。

类似地，有一种抗抑郁药叫作血清素和去甲肾上腺素再摄取抑制剂（又称5-羟色胺和去甲肾上腺素再摄取抑制剂，serotonin-norepinephrine reuptake inhibitor，简称SNRI），这种药顾名思义可以同时使得大脑中的血清素和去甲肾上腺素两种神经递质一直保持在一个比较高的浓度，延长它们在大脑中停留的时长。这种药虽然不如SSRI用得广泛，但它的作用更多，被用于更多的精神相关的疾病治疗。而这类抗抑郁药的一个很有名的副作用就是会让人失眠。看完前面的内容，你已经知道去甲肾上腺素和血清素都有控制觉醒、抑制睡眠的作用，自然也不会对这个副作用感到意外。

但这是个很大的问题，因为很多重度抑郁患者本身就有失眠的问题。我们可以用抗抑郁药来治疗抑郁，改善情绪，但它的副作用却让人失眠更加严重。医生往往会嘱咐患者不要在晚上睡觉前服用SSRI或SNRI，而应该在早上服用，以此来将失眠的副作用降至最小。有时患者也会被建议同时服用短期镇定催眠剂，比如艾司佐匹克隆（Eszopiclone），这样双管齐下，以同时达到改善情绪和改善睡眠的目的。

再比如说，多塞平（Doxepin）是一种三环类抗抑郁药（Tricyclic antidepressants，简称TCA）。其实TCA已经被之前提到的SSRI和SNRI替代，但多塞平有时还是会被推荐给老年患者来缓解失眠问题。

而这个药有这样的效果是因为它是一种抗组胺药（专业点讲，它是组胺受体的拮抗剂），可以降低组胺的效果。因为组胺有维持觉醒的作用，降低组胺的效果就能帮助到失眠患者，这种药尤其在老年患者身上效果显著[2]。

最后我要再次提一下莫达非尼。在去甲肾上腺素那一章，我曾提到过这种药，它作为一种认知增强剂，被许多考生使用，以求提高考试成绩和表现。其实莫达非尼主要是用来治疗发作性睡病的。有发作性睡病的人，会在白天时常无征兆地突然入睡，还可能会突然无力摔倒，他们的快速眼动睡眠也不正常。要注意的是，这种病不是让人“睡太多”，而是让人一直处于极度睡眠不足的状态。想象一下你每次熬夜时第二天的状态，发作性睡病患者会一生处于那个状态。虽然这种病暂时无法被治愈，但莫达非尼能起到一定的作用。莫达非尼还会被用于治疗“轮班工作睡眠障碍（shift work sleep disorder）”，这种病正如其名，是有些人因为需要轮班工作，常常倒夜班而导致的睡眠问题。到2020年末为止，我们还不清楚莫达非尼的工作机制，并不能完全理解它到底是如何治疗发作性睡病的，但已知的是，它作用于多个神经递质系统，包括提高分泌组胺的神经细胞的活跃程度，这可能就是莫达非尼可以帮助维持清醒的原因。

其实多巴胺也是“觉醒时活跃，快速眼动睡眠期休息”，而且多巴胺通常会激发伴有愉悦感的觉醒，也应该列在此处，但它对睡眠的影响机制我们了解得还比较少，大多还是集中在它的奖赏功能上，所以在此不专门细谈。

---

[1]Carter, M.E., Yizhar, O., Chikahisa, S., Nguyen, H., Adamantidis, A., Nishino, S.,Deisseroth, K., de Lecea, L.(2010). Tuning arousal with optogenetic modulation of locus coeruleus neurons. Nature Neuroscience,13(12),1526–1533.

[2]Krystal, A.D., Durrence, H.H., Scharf, M., Jochelson, P., Rogowski, R., Ludington,E., Roth, T .(2010) .Efficacy and Safety of Doxepin 1 mg and 3 mg in a 12-week Sleep Laboratory and Outpatient Trial of Elderly Subjects with Chronic Primary Insomnia. Sleep, 33(11),1553–1561.Krystal, A.D., Lankford, A., Durrence, H.H., Ludington, E., Jochelson, P., Rogowski,R., Roth, T .(2011) .Eficacy and Safety of Doxepin 3 and 6 mg in a 35-day Sleep Laboratory Trial in Adults with Chronic Primary Insomnia. Sleep ,34(10),1433–1442.Roth, T., Rogowski, R., Hull, S., Schwartz, H., Koshorek, G., Corser, B., Seiden, D.,Lankford, A .(2007) .Eficacy and

Safety of Doxepin 1 mg, 3 mg, and 6 mg in Adults with Primary Insomnia. Sleep, 30(11),1555–1561.

得丘脑者，得睡眠

正如之前提到的，睡眠可以分为两个阶段：非快速眼动睡眠期和快速眼动睡眠期。

我们先来说说非快速眼动睡眠期的两种神经递质：GABA和腺苷。

在第七章中，我们已经介绍过GABA，它是大脑中最常见的抑制性神经递质。基底前脑有一撮分泌GABA的神经细胞，专门在非快速眼动睡眠期活跃。因为GABA是抑制性的神经递质，基底前脑又有激活皮层的功能，抑制住这个区域，则让人进入睡眠，这个道理比较清晰简单。这也使得很多安眠药都和GABA相关。

腺苷这种神经递质我们在前面没有专门的章节讲过，原因很简单，因为它最重要的功能是促进睡眠，最适合放在这一章讲。和GABA类似，腺苷也是一种抑制性的神经递质。如果往大脑里的脑室（cerebral ventricle）里直接注入腺苷，动物的清醒度会立马下降，迅速进入非快速眼动睡眠期。腺苷和血清素有点类似，醒的时间越长，腺苷越多，你越想睡觉。腺苷的一个主要的功能是抑制（负责清醒下认知活动的）乙酰胆碱。当大脑处于清醒状态下时，乙酰胆碱对很多认知活动都起到关键作用。我们醒的时间越长，腺苷浓度越高，乙酰胆碱越被抑制得翻不了身，自然而然地就记不住东西，没法好好工作。那这么说，如果把腺苷给抑制住，我们就能熬夜干活啦?

没错。咖啡里的咖啡因可以抑制腺苷，就是因为这样，喝咖啡才有令人清醒的功效，咖啡成了广大打工人熬夜加班的利器。咖啡是世界上使用最广泛的认知增强剂，没有之一，之前提到的“聪明药”莫达非尼和安非他命跟它相比都是渣渣。所以要记住腺苷的功能极为简单，记住咖啡就好了。

我们再来说说控制快速眼动睡眠期的乙酰胆碱。如果健康的年轻人服用一种会抑制乙酰胆碱传递的药物东莨菪碱，快速眼动睡眠期就会被抑制，快速眼动睡眠期起始时间会大大延迟。一般来说，晚上入睡90分钟后第一次快速眼动睡眠期就会开始，但如果睡前吃了这种抑

制乙酰胆碱的药物，快速眼动睡眠期的起始时间就会延迟到入睡3小时以后。换言之，如果乙酰胆碱不好好工作，快速眼动睡眠期就不能正常出现。这个实验是在1969年做的，是第一个直接研究人类快速眼动睡眠期和神经递质的实验。几年后，另一组科学家进一步研究了乙酰胆碱在快速眼动睡眠的功能。这次他们使用了一种会增加大脑内乙酰胆碱的药物毒扁豆碱（Physostigmine）。他们给正在非快速眼动睡眠期的人注射这种药物，发现这些人很快就会进入快速眼动睡眠。换言之，乙酰胆碱的增强会促进快速眼动睡眠的发生。有意思的是，如果给醒着的人注射提高乙酰胆碱的药物，却没有效果，人不会进入睡眠，更不会进入快速眼动睡眠。这说明乙酰胆碱控制睡眠的能力是按情况而定的，它在不同情况下，有不同的作用。

但乙酰胆碱是怎么办到这一点的？又能引起快速眼动睡眠，又能维持觉醒？它怎么做到身兼完全相反的两个工作呢？这个问题还没有一个确定的答案，但根据一些新的发现，我们有一些猜测的方向。首先，正如之前讲乙酰胆碱时提到的，人的大脑里有三个乙酰胆碱的“出生地”，出生地不同，它们最后也会被分配到不同地方。而最终分配的地方，又可以简单地分为两派，一派包含蓝斑核和丘脑，另一派则为基底前脑。同样的乙酰胆碱，在不同的地方就会有截然不同的作用。

前者会通过抑制蓝斑核里分泌去甲肾上腺素的神经细胞来达到抑制觉醒的目的，同时影响丘脑让人做梦。而后者则会激活基底前脑，进而激活大脑的前额叶，也就是负责决策、思考和控制的区域，使其保持活跃，这也和我们在乙酰胆碱那一章中提到的由乙酰胆碱负责的各种认知功能相关。这两派产生乙酰胆碱的神经细胞有一个明显的区别，那就是它们跟血清素的关系。前者会被血清素抑制，而后者不会。当人清醒的时候，血清素高，负责快速眼动睡眠的乙酰胆碱被抑制，自然就不会引起快速眼动睡眠，而负责维持清醒的乙酰胆碱则不受影响，这就给清醒的状态再加了一把火，让人继续清醒下去；而到了该睡觉的时候，血清素变低，抑制不住往蓝斑核和丘脑分泌乙酰胆碱的神经细胞了，人自然就进入了快速眼动睡眠。乙酰胆碱这两派的关系，就像是双胞胎玩跷跷板，一头高另一头就低，相互切换，而这跷跷板就是血清素。

因为另一种神经递质的影响，一种神经递质能够参与到两个截然不同但又有些相似的状态。大脑真是物尽其用啊，用仅有的几张牌控

制全场，实在是太妙了。也正因为乙酰胆碱的参与，睡眠才会有快速眼动睡眠期这么一段类似清醒的状态，而在快速眼动睡眠期，一个很有趣的现象会发生：梦境。

“影响丘脑让人做梦”，接下来我来解释一下这句话的意思。

在睡眠中，丘脑可以说是兵家必争之地。既然这里聊到了丘脑，咱们打岔一下，聊聊梦是从何而来的。

大脑非常神奇的一点在于，看见、听见似乎是一些很简单的事情，但细细一想，却又非常复杂。因为大脑做得太好了，让你完全没有感觉到它需要用力工作。这种无缝衔接，让绝大多数人根本无法意识到自己并不一定生活在现实世界中，现实只是大脑给我们的一个解释而已。

我们用视觉举例子。

牛顿发现白光是由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七个颜色的光线组成的。当白色的自然光照到物体上，物体会反射某种颜色的光线，这种光线进入人的眼睛，落到视网膜上，通过视网膜上的视锥细胞和视杆细胞，物理光线被转化为神经信号。但这只是视觉的开始而已。

你可以把这整个流程当成一个快递公司的送货系统。光线所含有的信息就是一个个包裹，从外界的不同位置，送入眼球。而视网膜上视锥细胞的工作就是分收快递，然后按类别打包，带有视觉信号的包裹会被眼球背后的视神经送往大脑。

其中10%的信号，会先被送到一个中脑上丘去。之所以叫上丘，其实就是因为它像一个鼓出来的小山包。这部分信息帮大脑控制眼球运动，或是辅助我们做一些无意识、下意识的反射行为，例如有强光时，人会下意识做出举起手或转头这种能保护眼睛的动作。

而剩下90%信号的包裹会继续往后脑勺走，经过几个中转站，其中一个叫作丘脑，这基本上就是个各种感知信号的集合中转站，然后再由丘脑送到后脑勺的视觉皮层。视觉皮层收到视觉信号后再进一步把信号分类，让我们能真正地看到，比如光线的颜色、强弱、形状、方

向、运动轨迹等等，再进一步实现阅读、识别人脸、看电视等等这些复杂的任务。

为什么我要花这么多时间来讲大脑是怎么看到的，是因为我们的梦境往往是有不少视觉信息的。那这些信息从何而来呢？或者换一个问法，梦是从哪里得到素材的？现在的理论认为，梦境的本质是脑干所产生的随机神经信号。脑干是脑和脊椎连接的部分，它负责调节、维持我们的各种身体生理状态。

睡眠状态下，脑干还处于活跃状态。没事干的脑干会发出一些随机信号，空闲的视觉皮层在接收到这些随机信号后，也不管这些信号从何而来，就把它们当成普通的视觉信号来处理，进而产生了无意义的图像。

刚刚我们说到丘脑，它是决定我们是看见还是梦见的一个关键地方。

当我们做梦时，丘脑不再对来自眼睛的信号做出反应，当然，这时候的眼睛没有开张，压根没信号，但你即使透过眼皮看到一些光，丘脑也会帮忙抑制这种视觉信息，让你好好睡觉。与此同时，丘脑接受了脑干的控制。但丘脑也什么都不知道，也不管它收到的信息是来自眼球还是脑干，只是一股脑地将它们转送给视觉皮层。

让我们想象一下，正闲着没事干的视觉皮层会做什么。大半夜的，丘脑送一堆文件过来，数量多，而且还杂乱无章。视觉皮层并不知道这是从哪儿来的，它以为这就是眼球送来的。

于是，它会像在我们白天看到现实世界一样，从这些无意义的文件中理出个思路。为了看懂这是什么，大脑会竭尽全力，还会帮助视觉皮层从主管记忆的大脑区域那里获得记忆和知识。利用这些，视觉皮层把残缺的视觉信号补全成能看的图像，而这些图像又交织了我们的记忆、情绪，变成了各种各样有些怪异但似乎有些象征性的故事。这就是梦了。

简而言之，控制丘脑，就能控制对外界的感知，如果我们一直对外界保持警醒，就不可能睡着。换言之，得丘脑者，得睡眠。

当然，除了来自内部的随机信号，做梦的大脑其实并没有与外界完全隔绝。比如，有人听到蜜蜂的嗡嗡声，可能就会梦见自己被叮了；如果朝熟睡的人洒水，熟睡的人可能会梦见下雨或是公寓被淹了。

总而言之，梦其实就是一种被动的想象。

虽然我本身不是研究梦和睡眠的，但我觉得这个现象揭示了大脑一个非常根本的特性，那就是“讲故事”。这一点很令人细思极恐。

我常常想，从古至今，我们不断在寻求一个能够解释宇宙间种种现象的答案，这种行为是不是就是一种寻求故事的过程呢？那我们现在关于宇宙的种种理论、理解，是不是就好像白日梦一样呢？把身边的信息拼起来，形成故事，这是不是就是我们理解、认识宇宙的方式呢？而这种方式是正确的吗？是真正客观的吗？这就值得我们考虑了。

当我们大脑的硬件有致命缺陷时，我们所认识的逻辑和客观又是什么呢？

这已经是哲学范畴的问题了。

知识充电站

动物会做梦吗？

动物是怎么睡觉的，这本身就是个很有意思的事情。虽然大多数的有四条腿的陆地动物——像是牛、马、犀牛——都可以站着打盹，但要进入快速眼动睡眠期，就得完全躺下才可以。人的梦大多都是在进入快速眼动睡眠时发生的，而大多数的哺乳动物也有快速眼动睡眠。

1959年，法国神经科学家米歇尔·朱费（Michel Jouvet）曾在猫身上做过实验，他抑制了负责在快速眼动睡眠状态下抑制身体运动的脑干区域，这样，在睡眠过程中，如果大脑有动作指令，就不会被脑干抑制，而会直接传递到相应的身体部分，进而产生动作。在脑干区域被抑制后，猫会在睡眠中做出各种各样的动

作，譬如说扬起头，像是在看什么东西，或是在观察、监视什么东西，随后进入争斗状态——这些动作似乎都说明，猫在睡眠中会做梦。

但也有可能这种梦和我们所做的梦不一样。

2001年神经科学的顶级期刊《神经细胞》上也发表过一篇论文[1]，美国麻省理工学院的神经科学家马修·威尔逊（Matthew Wilson）和肯维·路易（Kenway Louie）用电极检测小鼠大脑的海马区——这是负责空间认知的大脑区域——的神经细胞活动，发现这些负责空间感知的细胞，在小鼠进行迷宫探索时或是睡眠时的活动是相似的。换言之，在睡眠时，小鼠似乎也在大脑中想象自己在迷宫中探索。

相似的结果也在鸟的大脑中出现。芝加哥大学生物学家阿米什·戴夫（Amish Dave）和丹尼尔·马格赖许（Daniel Margoliash）研究了斑胸草雀的大脑后，发现它们似乎会做梦。这种鸟有很美妙的歌声，但这并不是它们天生就拥有的，需要后天学习。

在鸟清醒的时候，它们大脑里有一个叫作古纹状体粗核（robutus archistriatalis）的大脑区域负责歌曲节奏的产生。如果将电极插入这个大脑区域，就会发现这里的神经细胞的活动和鸟正在唱的歌的节拍是吻合的，甚至可以通过神经细胞的活动情况推测鸟要唱什么音符，进而还原鸟正在唱的整首歌曲。

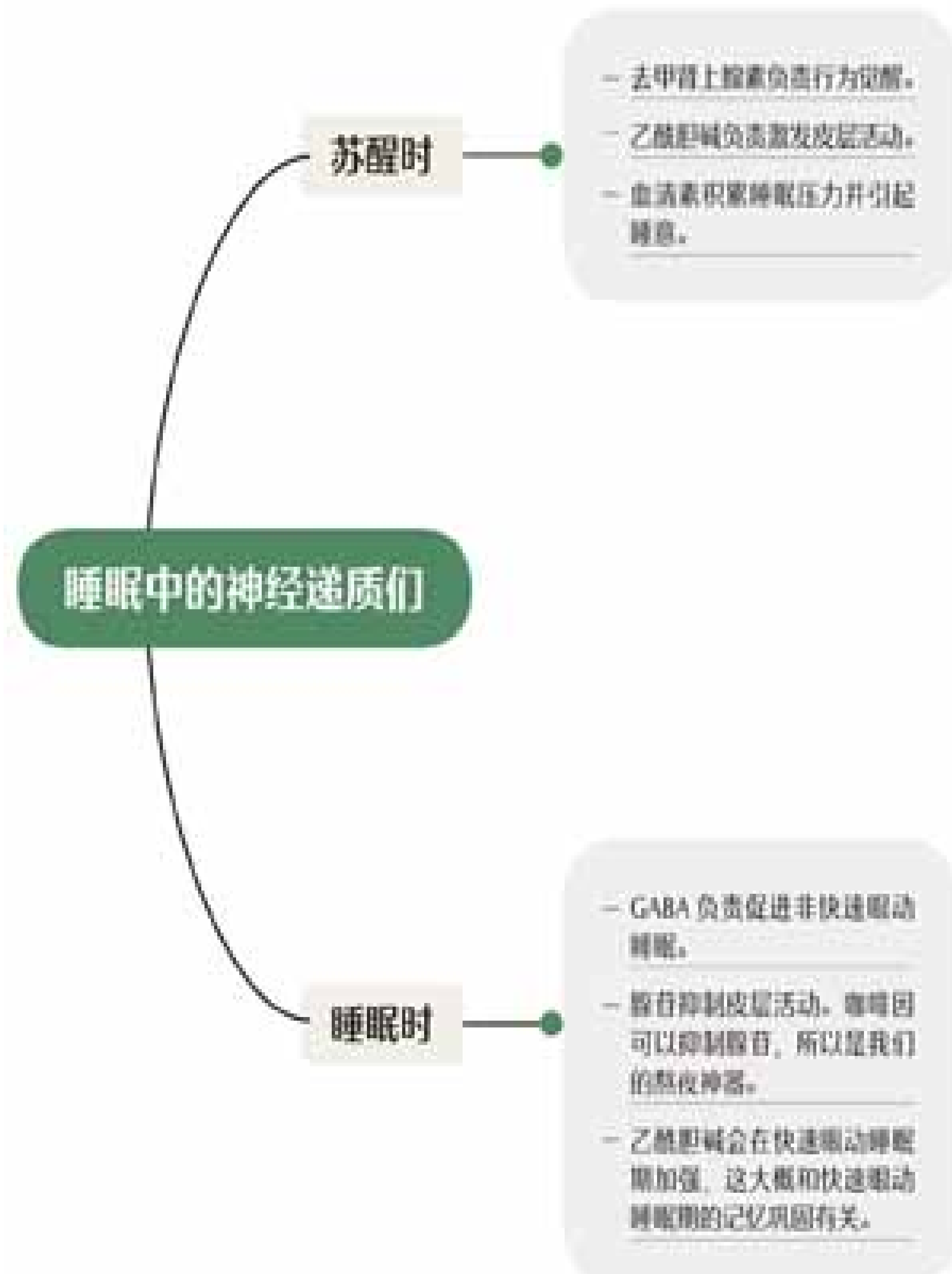
等鸟睡着的时候，他们继续观察这个区域的神经细胞的活动，惊讶地发现，睡梦中这些神经活动不是完全随机的，而像是鸟白天学过的歌曲。似乎这些鸟睡觉的时候也继续在脑海里练习着唱歌，说明它们可能是在做梦，梦中充满了歌声。

而且睡眠中还能发生更复杂的梦。2015年，在伦敦大学学院的实验心理学家雨果·施皮尔斯（Hugo Spiers）博士带领团队发表的一篇论文中[2]，研究人员先让小鼠看了看房间A中的食物，但只能看不能吃，然后，他们把小鼠安置在房间B休息，小鼠醒后，便可以自行跑到房间A去吃东西。在整个实验过程中，研究人员记录了小鼠大脑中负责空间认知的脑细胞的神经活动。他们发现，当

小鼠在睡眠时，它的大脑会模拟路径，想象它跑去房间A吃东西的过程。重点是，在此之前，它还没有实际跑过这个路径，这件事情还未发生。

这个实验的结果解释了，为什么当海马体受损后，患者便不能够在大脑中想象未来的计划。在探索过程中，哺乳动物会在大脑海马区迅速地将身边的环境想象出来；而在睡觉时，海马区持续想象在这个环境中探索的过程。换句话说就是，睡觉的时候也在想象在这个虚拟地图里走来走去，以此来巩固记忆。这个研究最有意思的一点是，海马区在睡眠状态下计划着、想象着从未发生的事件，换言之，它在“想象未来”。

这种在睡眠中的想象过程很有可能形成了梦境。但这并不能直接证明小鼠在做和我们类似的梦，我们也不知道它是否主观意识到了这些梦境，对它来说，做梦又是怎样的体验——这些可能只能直接去问小鼠才知道了。



睡眠中的神经递质们
苏醒时
去甲肾上腺素负责行为觉醒。
乙酰胆碱负责激发皮层活动。
血清素积累睡眠压力并引起睡意。
睡眠时
GABA 负责促进非快速眼动睡眠。
腺苷抑制皮层活动。咖啡因可以抑制腺苷，所以是我们的熬夜神器。
乙酰胆碱会在快速眼动睡眠期加强，这大概和快速眼动睡眠期的记忆巩固有关。

[1]Louie, K., Wilson, M.A. (2001). Temporally Structured Replay of Awake Hippocampal Ensemble Activity during Rapid Eye Movement Sleep. Neuron,29(1),145–156.

[2]Ólafsdóttir, H.F., Barry, C., Saleem, A.B., Hassabis, D., Spiers, H.J. (2015).Hippocampal place cells construct reward related sequences through unexplored space. eLife ,4,e06063.

神经递质的“封神榜”：科学史盘点

写到这里，关于神经递质的科普要暂时告一段落了。越写我越觉得，这样一本专门讲神经递质的科普书早就该存在。

历年来，诺贝尔生理学或医学奖有24次颁给了神经科学，其中有四次都是颁给了神经递质相关的发现。

1936年给的是奥托·勒维（德）和亨利·戴尔（英），因为他们发现了神经细胞之间也可以用神经递质传递信息，同时发现了第一个神经递质，也就是乙酰胆碱。

1963年给的是艾伦·霍奇金（Alan Hodgkin，英）、安德鲁·赫胥黎（Andrew Huxley，英）和约翰·埃克尔斯（John Eccles，澳大利亚）。前两人是师徒，他们提出了一个很简单的数学模型来解释电信号是怎么在神经细胞中产生并传递的，这就是大名鼎鼎的霍奇金-赫胥黎模型（Hodgkin-Huxley model）。而埃克尔斯发现了神经细胞之间的信号如何传递，如何保证传递的方向，不同的神经信号又是如何通过突触产生的。

1970年给的是伯纳德·卡茨（英）、朱利叶斯·阿克塞尔罗德（美）和乌尔夫·冯·奥伊勒（丹麦）。这三位进一步研究了神经递质是怎么在突触里工作的。卡茨主要研究了乙酰胆碱，并发现当一个电信号到达突触时，上百万的乙酰胆碱分子会被包裹在一些小袋子里面，并迅速地释放到突触之中。在这个打包释放的环节中，钙离子起到了关键性作用——就是钙离子把这些装满神经递质的小袋子放出去的。而阿克塞尔罗德则发现了在被用完后，神经递质是如何被移除的。他还发现不同的神经递质移除方式不同，比如说乙酰胆碱是被特殊的酶抑制而被移除的，去甲肾上腺素则是被直接释放它的那些神经细胞给吸收了回去。他还进一步发现了突触在传递化学信息后是如何“处理事后问题”的，因此还发明了新一代的抗抑郁药物。奥伊勒发现了另一种重要的神经递质——去甲肾上腺素，并了解了它的基本功

能，还发现它能够控制血压，因此在临床上出现了相关的抗血压药物。

2000年给的是阿尔维德·卡尔森（瑞典）、保罗·格林加德（Paul Greengard，美）和埃里克·坎德尔（Eric Kandel，美）。他们发现了多巴胺的作用，并建立了多巴胺和帕金森病之间的关联。

虽然这些奖项从时间上看似乎离我们很远了，但说一下我个人浅薄的看法：这个领域其实还在“前牛顿时代”，这几个获奖的发现，只是人类在知识的围墙上挖的几个比较明显的洞而已，到现在还只是管中窥豹，没有一个完整的理论框架。

后记

这本书的诞生，有些坎坷。

我开始写这本书的时候，是2019年夏末。那个夏天伦敦特别热、特别干，天天万里无云，让人相当焦躁。

当时我正准备离开母校伦敦大学学院，计划去美国加利福尼亚理工学院工作。书稿写得非常顺畅，文字如汽水中的气泡一样涌现，在工作之余，我仅用了一个月就完成了这本书的第一个版本。可后来在出版过程中反而遇到了诸多困难，这让我特别沮丧，有数次想着干脆就放弃算了。

那时我才意识到，作为一名科普作者，我曾经多么幸运。

从2013年我开始在知乎回答问题，到2016年出版第一本纸质书，再到2021年，在知乎上我已经有了45万关注者。这一路上，我真的是顺风顺水。但顺风顺水并不是常态，可能是因为自己意外得到的一些光环，一路上被无声地开了很多绿灯。

与此同时，我也意识到这些光环和幸运并不是内容质量的保障（我早就该意识到这一点）。所以在准备书稿时，我不断用“excelsior”（拉丁文，意思是“even higher”，可以翻译为精益求精）这个词来鼓励自己，以求做到更好。虽然这本书还不完美，但我很喜欢它，希望你也喜欢它，希望它能帮助到一些对大脑感兴趣的人。

写这个后记的时候，已经是2021年3月底了。窗外的木兰开了，它们站在漂亮的树枝上，朝着蓝天开放，那样子就像鸟一般，特别美。

我没有按当初的计划去加利福尼亚理工学院工作。2019年末，当我正准备买去加利福尼亚的机票的时候，我发现自己怀孕了。几经考虑，我决定不去加利福尼亚，留在英国（现在看来这是一个极为正确的决定）。当疫情席卷英国的时候，我幸运地找到了现在在牛津大学的工作。虽然现在我可以用寥寥数语云淡风轻地描述那一段日子，但

在那段时间里，“怀孕+疫情恐慌+临时找工作”，这三件套直接让我把这本书里提到的很多神经递质带来的效应体验了一遍：失眠、焦虑、抑郁、对糖分的超乎寻常的渴望、记忆力的下降等等。那段时间我常常独自一人坐在厕所里安静地感受这些，一方面觉得很痛苦，一方面又觉得大脑太神奇了，仅靠有限的配方就能创造出这么多复杂的体验，构成了我们的人生。

现在我回想起过去一年多的日子，几乎已经记不起那些体验是怎样的了，像是在看别人的故事。

去年夏末，我的女儿出生了，名为“如饴”。也正如她的名字一般，我们现在每天的日子就像是吃了糖一样甜。

最后的最后，我要俗套地进入致谢环节。

首先，我要谢谢我的先生。为了能让我专心工作，他负担起了全部育儿工作和家务。谢谢他的支持，没有他的支持，我不可能有时间或精力在完成工作之余还能写书。

其次，本书的部分书稿于2019年秋天在知乎上以电子书的形式出版，之后有多位读者通过不同平台和各种方式给我提了对书稿的意见和反馈，也有很多读者专门私信来表达对该书内容的喜爱和对纸质版的期待。这里要特别感谢知乎读者MooYu、雾雨云歌、Fluoxetine和翼·风，他们把自己在阅读过程中发现的问题和感到困惑的地方都详细地记录了下来，并告知我。对这点我真的十分感谢，自己的书能够被读者如此认真对待，这是对一名科普作者最高的奖励。

还要感谢北京大学的博士生田雨从同行的角度对本书初稿的逐字阅读和提出的宝贵建议。

再次，我还想感谢我的朋友刘柯。如果没有她，我也不会坚持在知乎上做神经科学科普，如果没有知乎，我也不可能有机会出科普书，更不会有这一本书的诞生。这是我最满意的一本，所以要特别地献给她，感谢她过去九年的帮助与鼓励。真心希望有更多的科普工作者遇到这样的朋友。谢谢你，刘柯。

最后，感谢你，亲爱的读者。谢谢你购买这本书，并看到这里。希望我们有机会再见。

赵思家

2021年3月30日清晨

于英国伦敦

对不起，我操控了你的大脑

前剑桥分析公司数据科学家的自白

[加] 克里斯托弗·怀利 著
(Christopher Wylie)
吴晓真 译



民主与建设出版社

版权信息

书名：对不起，我操控了你的大脑
作者：【加】克里斯托弗·怀利（Christopher Wylie）
译者：吴晓真
出版社：民主与建设出版社
出版日期：2020-11-01
ISBN：9787513932387

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

主要人物表
第一章 创世记
第二章 从失败中学习
第三章 我们身穿普拉达反恐
第四章 美国来的史蒂夫
第五章 剑桥分析
第六章 特洛伊木马
第七章 黑暗三人格
第八章 决意离开剑桥分析
第九章 反民主罪行
第十章 飞黄腾达
第十一章 曝光
第十二章 启示录
后记 对监管的思考：致立法者
致谢

谨以此书献给

我的父母，凯文和琼，

谢谢你们教会我英勇无畏、坚守本心、为所应为。

我们可以抵御军队的入侵，却不能抗拒思想的来袭。

—— 维克多·雨果 ——

主要人物表

克里斯托弗·怀利（Christopher Wylie）

剑桥分析公司联合创始人，本书作者，加拿大人。他全程参与了剑桥分析与史蒂夫·班农以及默瑟家族的谈判，继而创建公司，参与公司核心项目的设计和实现。2014年他退出剑桥分析，2017年开始与《卫报》接触，一年后走到聚光灯下，举报剑桥分析利用数据干扰政治，用其开发的心理战工具操控数百万民众的意见。

亚历山大·尼克斯（Alexander Nix）

剑桥分析公司首席执行官，英国人，保守党。2003年加入SCL（战略通信实验室）集团，2014年正式担任由罗伯特·默瑟注资成立的SCL分部剑桥分析的首席执行官，全程参与并负责该公司的核心项目。该公司为全球范围内包括2016年特朗普选举总统以及英国脱欧公投等大量活动提供数据分析服务，从而影响民意。

史蒂夫·班农（Steve Bannon）

战略专家，剑桥分析公司副总裁，美国人，共和党，曾在高盛担任投资银行家。20世纪90年代开始在好莱坞担任执行制片人，并涉足媒体投资。2013年加入了另类右翼网站布赖特巴特新闻网（Breitbart News）并担任执行主席。剑桥分析创建后，他利用这家公司开展文化战。特朗普竞选成功后，他被任命为白宫首席战略师兼美国总统高级顾问，2017年8月从白宫辞职。

罗伯特·默瑟（Robert Mercer）

剑桥分析公司和布赖特巴特新闻网投资人，美国人，共和党。他是利用算法进行投资决策的对冲基金公司“文艺复兴科技公

司”（Renaissance Technologies）的联合首席执行官，是美国右翼政治力量的主要捐助人，希望通过剑桥分析重塑美国文化。

丽贝卡·默瑟（Rebekah Mercer）

罗伯特·默瑟的二女儿，家族基金继承人，美国人，共和党。2016年美国大选期间，她指使尼克斯打听希拉里被窃的个人邮件并将其进行传播，引发舆论震荡。美国政治新闻网称她是“共和党中最有权势的女人”，《华盛顿邮报》则评价她为“另类右翼的第一夫人”。

多米尼克·卡明斯（Dominic Cummings）

英国保守党人，“投票脱欧”（Vote Leave）组织的负责人。毕业于牛津大学，2015年成立竞选宣传组织“投票脱欧”，目前担任英国首相特别顾问。

斯蒂芬·帕金森（Stephen Parkinson）

英国上议院议员，保守党。曾任英国前首相特雷莎·梅的高级顾问，是“投票脱欧”组织的核心人物，怀利经由他介绍认识卡明斯。沙米尔·桑尼揭露他操控脱欧舆论，但他宣称桑尼只是因为情场失意而报复自己。

达伦·格兰姆斯（Darren Grimes）

英国右翼政治活动分子。因为对自由民主党感到失望，转而投入“投票脱欧”组织，主要负责该组织针对年轻人开设的分部——BeLeave，后来因为选举违规而被判罚。

沙米尔·桑尼（Shahmir Sanni）

吹哨人之一，和达伦·格兰姆斯一起负责BeLeave的工作，曾与帕金森交往，后来决定和怀利一起将民意被操控的真相公之于众。

杰夫·西尔韦斯特（Jeff Silvester）

加拿大政治咨询公司AggregateIQ创始人兼首席运营官，软件工程师，为“投票脱欧”定向投放广告。西尔韦斯特曾经是怀利的导师，后来二人因为在数据分析滥用观点上的分歧而分道扬镳。

奈杰尔·法拉奇（Nigel Farage）

英国极右翼党派独立党创始人之一，“离开欧盟”（Leave.EU）组织负责人，以言论极端、犀利和强力对抗欧盟而引发社会关注。他与剑桥分析合作，采用其算法和数字化目标定位为“离开欧盟”的宣传服务。

阿伦·班克斯（Arron Banks）

英国保险业大亨，曾是英国独立党最大的资助人之一，“离开欧盟”的联合创始人暨主要出资人。据怀利称，班克斯同俄罗斯关系密切。

布里塔尼·凯泽（Brittany Kaiser）

剑桥分析公司商务拓展总监，后被任命为“离开欧盟”的运营总监，美国人。在这个团队里，凯泽主要负责部署剑桥分析的微目标定位算法。继怀利之后，凯泽也站出来揭露剑桥分析事件的真相。

卡萝尔·卡德瓦拉德（Carole Cadwalladr）

英国《卫报》记者，曝光了与剑桥分析公司相关的一系列政治丑闻。

亚历山大·科根（Aleksandr Kogan）

剑桥大学教授，社交媒体心理测试专家，美国人。他为剑桥分析在脸书上开发了一款应用程序，收集了脸书的用户数据，并将其用于2016年美国总统大选。

彼得·蒂尔（Peter Thiel）

风险投资家，脸书的独立董事，数据挖掘公司帕兰提尔（Palantir）联合创始人。

索菲·施密特（Sophie Schmidt）

谷歌前首席执行官埃里克·施密特的女儿。据怀利称，是她把尼克斯介绍给帕兰提尔的，从而导致SCL进军数据战场。

阿利斯泰尔·卡迈克尔（Alistair Carmichael）

英国人，自由民主党党鞭。在怀利决定站出来吹哨后，他给怀利提供了许多帮助和支持。

第一章 创世记

这事发生在2018年6月，当时我在华盛顿向美国国会做证。做证的内容是关于我曾经供职的军事承包商暨心理战咨询公司剑桥分析的，还有涉及脸书、俄罗斯、维基解密、特朗普竞选活动和英国脱欧公投等的复杂网络。作为剑桥分析的前任研究总监，我带去的证据表明，该公司将脸书上的数据转化为武器，它所构建的系统为敌国宣传战大开方便之门，操控了数百万美国人的意见。

每走一步，我的新鞋就磨一次脚后跟。我紧握一个深蓝色文件夹，里面装满了用彩色标签分门别类的文件。这个地方令人敬畏，前路又令人不安，我只好凝神倾听我们的脚步声。一个助手提醒我们走快点，免得被人看到。我们走过身穿制服的若干保安，步入中庭，拐进一条走廊。那个助手推开一扇门，我们疾步下楼，面前的走廊跟刚才走过的一模一样——大理石地板、高高的天花板、一扇扇木质房门，门上偶尔点缀着一面美国国旗。我们一行七人，脚步声在走廊里回响。就快到了，结果我被认了出来。一位国会议员看到了我，朝我挥手打招呼：“又来了？”几个记者漫步走出一场新闻发布会，他们注意到我的粉红色头发，知道我是谁。

两名摄影师跑到我身前，边倒行边拍我。混乱顿生，提问源源而来。“怀利先生，全国广播公司记者提问！”“美国有线电视新闻网记者提问！您来这里做什么？”我的一名律师提醒我保持缄默。那个助手示意我往电梯那里走，同时警告记者们保持距离。我们拥进电梯，就连电梯门缓缓合上时，照相机的快门还是摁了一下又一下。

我被西装革履的众人挤在电梯最里面。电梯开始降落，坠往地下楼层。没有人开口说话。我的脑海里全是我的律师们对我做的填鸭式培训——谁违反了哪一项美国法律；身为一名到访美国的非美国公民，我享有以及不享有哪些权利；如何镇静地回应指责；要是我之后被捕该怎么办。我不知道接下来会发生什么。谁也不知道。

电梯停了下来，门开了。外面除了又一扇门，什么也没有。那扇门上有一个大大的红色标牌，标牌上写着白色字样“禁区”“公众及媒体禁止入内”。这里是华盛顿哥伦比亚特区国会大厦地下三层。

门里面的地板上全都铺着褐红色的长毛绒地毯。身穿制服的保安们扣留了我们的手机及其他电子设备，将它们放在桌子后面编了号的架子上，然后给每人发了一张号码券。他们说从这里开始，我们只能用铅笔和纸张。此外，待我们离开时，他们还警告我们说，如果我们的笔录内容被判定有任何敏感之处，所有纸张一律没收。

两个保安推开一扇巨大的钢门，其中一人打手势示意我们进去。我们鱼贯进入一条长长的走廊。走廊里，荧光灯灯色暗淡，墙上嵌着深色的木质护墙板，两边几长溜的台子上全都插着美国国旗。空气陈腐，一股霉味，时而夹杂一点清洁剂的味道，像古老的建筑。保安带我们沿着走廊而去，左转之后又有一扇门。大门上方有个木质的徽章，上面是一只爪子里攥着箭支的巨鹰，垂下目光看着我们。我们的目的地到了：美国众议院常设情报特别委员会的敏感信息隔离设施——机密的国会简报会也在这里召开。

一进门，荧光灯的光线骤然变强，我的眼睛过了好一会儿才适应。这片空间毫无特色可言，米色的墙面光秃秃的，中间有张会议桌，桌子四周摆放着椅子。它跟散落在华盛顿各处无数平淡无奇的联邦建筑物中的任何一个房间相比没多大差别，但此处的静寂无可比拟。敏感信息隔离设施完全隔音，多层墙体防止了窃听和窥视，据说还防爆。这里够安全，美国的机密不会外泄。

我们刚落座，众议员就开始陆续入场，助手们把汇总文件夹放到每一位委员会成员面前。委员会里民主党的高级议员、来自加利福尼亚州的亚当·希夫就坐在我正对面，他左边坐着议员特丽·休厄尔，埃里克·斯沃韦尔和华金·卡斯特罗一起坐在会议桌尽头。坐在我两侧的是我的律师们以及我的朋友、另一名吹哨人沙米尔·桑尼。我们特意多等了共和党委员们几分钟，但他们自始至终都没有现身。

这事发生在2018年6月，当时我在华盛顿向美国国会做证。做证的内容是关于我曾经供职的军事承包商暨心理战咨询公司剑桥分析的，还有涉及脸书、俄罗斯、维基解密、特朗普竞选活动和英国脱欧公投

等的复杂网络。作为剑桥分析的前任研究总监，我带去的证据表明，该公司将脸书上的数据转化为武器，它所构建的系统为敌国宣传战大开方便之门，操控了数百万美国人的意见。希夫是主要发问人。他曾经担任过联邦检察官，言辞犀利，询问时条理分明，而且直奔主题。

“你是否同史蒂夫·班农共过事？”“是的。”

“剑桥分析是否同疑似俄罗斯特工有过联系？”“是的。”

“你是否相信这些数据曾被用于影响美国总统大选时的民意？”“是的。”

一个小时过去了。两个小时。三个小时。我自愿来此解释一个24岁的加拿大自由派同性恋人士是怎么加盟到一家英国军事承包商，为美国的另类右翼[1]势力开发心理战工具的。大学毕业后，我来到伦敦一家名为SCL集团的企业任职。该企业为英国国防部和北大西洋公约组织提供信息战方面的专业知识。由于西方军队发现应对网上的激进行为非常棘手，所以公司要我组建一个数据科学家团队，开发用于识别并对抗网上极端主义的新工具。这个任务既有趣又极富挑战性，很是刺激。我们将为英国、美国及其盟友开垦网络防御这片处女地，利用数据、算法和有针对性的线上叙事来对抗网络上暗流涌动的激进极端主义。然而，由于2014年发生的一连串事件，一个亿万富翁收购了我们的项目，以推动他在美国一手炮制的激进化的反叛思潮。剑桥分析这家起初名不见经传、把心理画像方面的研究转化为武器的企业最终把世界搞得天翻地覆。

军方把武器落入敌人手中称为“回爆”，我们似乎已经在白宫引发了一场“回爆”。我不能继续效力于这么一家侵蚀我们社会的企业，所以我站出来吹哨，向当局举报了一切，并和新闻界一起向公众发出警告。为了做证，我前一天刚乘飞机从大西洋彼岸抵达，时差都还没倒过来。然而坐在现场，我不禁感觉到提问越来越尖锐。有好几次，我试图解释公司运作的纷繁复杂，结果议员们一脸困惑，于是我干脆抽出一个文件夹，沿着桌面推给他们。管他呢，我心想。我已经走了这么远，不妨把我带来的东西全都交给他们。这场听证会没有中间休息，我背后的门一直紧闭。我被关在地下深处一个密不透风、连窗户

都没有的房间里，眼睛只能直视那些议员，他们则绞尽脑汁，想弄明白这个国家到底发生了什么。

三个月前，即2018年3月17日，英国《卫报》、美国《纽约时报》和英国第四频道的新闻栏目同步报道了一项历时一年的联合调查的结果。这项调查是在我决意揭露剑桥分析和脸书的内幕之后展开的。我的举报引发了史上最大规模的数据犯罪调查。在英国，国家犯罪调查局、军情五处（负责英国国内情报事务的机构）、信息专员办公室、选举委员会和伦敦警察厅参与了调查。在美国，联邦调查局、司法部、证券交易委员会和联邦贸易委员会均介入调查。

在第一篇新闻报道问世前几周，特别检察官罗伯特·米勒负责的调查持续升温。当年2月，米勒以两项共谋罪名起诉了十三个俄罗斯公民和三家俄罗斯企业。一周后，特朗普竞选团队的前竞选经理保罗·马纳福特及其副经理里克·盖茨受到起诉。3月16日，司法部长杰夫·塞申斯解除了联邦调查局副局长安德鲁·麦凯布的职务。他本人也在二十四小时过后没多久宣布开始领取退休金。人们渴望了解特朗普竞选团队和俄罗斯之间发生过什么，然而无人洞悉两者之间的真正关联。我提供的证据把剑桥分析同唐纳德·特朗普、脸书、俄罗斯情报界、国际黑客和英国脱欧连成一线。这些证据揭示了一个之前寂寂无闻的外国承包商怎样从事非法活动，又怎样在特朗普的成功竞选和英国脱欧宣传战中起到了作用。我出示的电子邮件链、内部备忘录、发票、银行转账记录和项目文档表明，特朗普竞选和英国脱欧采用了同类战略，借助了同类技术，而且灵魂人物也多有重合——所有这些都笼罩在俄罗斯的阴影下。

新闻曝光两天后，英国议会进行了紧急质询。政府部长们和反对党资深议员们罕见地团结起来，集体发声谴责脸书公司未能采取防范措施，使其沦为敌对势力的竞选宣传平台。他们还担心该事件对西方民主政体产生深远影响。接下来的一波新闻报道聚焦英国脱欧，质疑全民公投的结果。我向执法机关提供的一系列文件揭示，游说组织“投票脱欧”雇用剑桥分析的秘密子公司，投入违规资金，在脸书和谷歌的广告网络上传播不实信息。英国选举委员会将这种行为判为违法。这一宣传战也成为英国历史上涉事金额最大、影响最重大的竞选经费违规事件之一。随着“投票脱欧”组织欺诈行为的证据浮出水面，唐宁街10号陷入传播危机。其后，国家犯罪调查局和军情五处收到了英国脱

欧公投期间俄罗斯大使馆同主张脱欧运动的最大金主之间直接联系的证据。一周后，脸书的股价暴跌18%，公司市值缩水800亿美元。随后，脸书的股价持续震荡。它的单日市值损失迄今仍位居美股历史榜首。

2018年3月27日，我接受传唤到英国议会参加一场现场直播的听证会——在接下来的几个月里，我会相当习惯出席此类场合。此次问答的内容覆盖剑桥分析对黑客和贿赂的倚重、脸书公司的数据外泄和俄罗斯情报活动等各个方面。听证会结束后，美国联邦调查局、美国司法部、美国证券交易委员会和美国联邦贸易委员会发起了调查。美国众议院情报委员会、美国众议院司法委员会、美国参议院情报委员会和美国参议院司法委员会都想找我谈话。几周内，欧盟和其他二十多个国家开始对脸书、社交媒体和不实信息展开调查。

我把我的故事讲给全世界听，现在每一块屏幕都像一面镜子，将这个故事反射给我。接下来整整两周，我的生活一片混乱。伦敦时间早上6点钟我就开工了，先是上英国电视早间节目，然后接受美国各大电视网络的轮番采访，直至午夜。记者如影随形，我开始受到威胁。为了保证人身安全，我不得不雇用保镖护送我出席公众场合。我的父母都是医生，他们被迫暂时关闭了诊所，因为来诊所发问的记者太多，吓到了病人。再后来的几个月，我的生活几乎完全失控，但我知道，我必须坚持不懈地拉响警报。

剑桥分析的故事表明，我们的身份和行为已经成为高风险数据交易中的商品。控制信息流动的都是世界上最强大的企业，它们秘密设计出来的算法正在以过去无法想象的方式操控人的思想。无论你最关心哪个议题——枪支暴力、移民、言论自由、宗教自由，你都无法逃脱硅谷的掌控。硅谷是我们认知危机的新震中。我在剑桥分析从事的工作暴露了技术创新的阴暗面。我们有创新，另类右翼有创新，俄罗斯有创新，而脸书，那个你分享派对邀请和婴儿照片的平台，则将这些创新释放出来。

我猜想，要是我没有生在这个躯壳里，就不会对技术感兴趣，也不会跑到剑桥分析上班。当年，像我这样的孩子没多少选择的余地，学计算机好比默认设置。我在不列颠哥伦比亚省西海岸的温哥华岛长大，周围有大海、森林和农田。我父母都是医生，我是他们的长子，

还有两个妹妹杰米和劳伦。11岁的时候，我注意到自己的双腿越来越僵硬。我没法像别的孩子那样快跑，我的步姿变得滑稽可笑，而这自然会招致霸凌。经诊断，我患有两种相对罕见的疾病。它们的症状包括严重神经性疼痛、肌无力、视觉及听觉损伤。12岁时，我坐进了轮椅——正好赶上青春期，并且一路坐到了学生时代结束。

要是你坐着轮椅，人们对你的态度就会不一样。有时候，你会感觉自己更像一个物品，而不是一个人——别人通过你的出行方式来理解你、定义你。你进入建筑物的途径跟别人不一样——哪几个门我能进？我怎样避开台阶才能到达目的地？你学会寻找其他人从来没注意过的东西。

我在学校发现计算机房后不久，就觉得它是学校里唯一一个不让我感到异化的地方。机房外面要么有霸凌分子，要么有趾高气扬的教职员工。即便有老师带领其他孩子跟我互动，也往往是出于义务。这比受忽视还让人生气。我宁可去机房。

13岁左右，我开始制作网页。我的第一个网站是一个Flash动画，描绘了粉红豹被笨手笨脚的克鲁索探长追的场景。不久之后，我看了一个教人用JavaScript编写画圈打叉游戏程序的视频，觉得没有比这更酷的了。这个游戏看似简单，然而一旦你开始分解其中的逻辑，你的看法就会改变。你不能让计算机随机选择方格，因为那样做太无趣了。你必须用规则指导计算机，例如在一个已经画了叉的方格的隔壁方格里再画一个叉，除非隔壁那一行或那一列早已有一个方格画了圈。那处于对角线上的画着叉的方格又该怎么办？怎么解释它们？

最终，我把好几百行的意大利面条式代码[2]串联在了一起。我至今还记得在编写完成的游戏上画一个叉或者圈后，我看到程序自动走出下一步时有多开心。我觉得自己就是魔术师，而且这个程序得到的练习机会越多，我的魔力就越强。

机房以外的学校教育只能告诉我哪些事我做不到、不能做，以及什么样的未来我无法拥有。我父母鼓励我不断探索，寻找一个能让我如鱼得水的环境。于是在2005年夏天，15岁的我去加拿大皮尔逊世界联合学院寄宿。这所位于维多利亚市的国际学校得名于诺贝尔和平奖得主、加拿大总理莱斯特·皮尔逊。他在20世纪50年代苏伊士运河危机

期间首先提出了联合国维和部队的设想。跟这么多来自世界各地的学生朝夕相处很是激动人心，而且生平第一次，我真正对课业产生了兴趣，也乐意倾听同龄人的想法。我跟卢旺达种族大屠杀的一个幸存者交上了朋友。有一天晚上，我们在学校宿舍里开卧谈会。他告诉我他的家人怎样遇害，而幼小的他又是怎样独自一人历经艰险走到乌干达的难民营的。

不过，真正让我醒悟过来关心周围世界的是某天在学校餐厅里吃晚餐时发生的那一幕。当时，来自巴勒斯坦和阿拉伯的学生坐在以色列学生对面，就他们各自祖国的未来展开激烈辩论。我意识到自己对世界了解得太少，但是我想了解，于是我很快就对政治产生了兴趣。接下来的那个学年，我开始逃课去市政厅参加有当地议员到场的活动。在校期间，我沉默寡言。可在这些活动中，我敢于畅所欲言。在教室里，你坐在后排，听老师教你该怎么想、想什么。学校里有课程设置，框定学生的思维，而市政厅里则正好相反。没错，政治家站在大厅前面，但是观众席上的人——我们——告诉他们我们的想法。这种角色互换对我太有吸引力了，每当有议员宣布会出席活动时，我都会到场，向他们提问，甚至告诉他们我的看法。

开口表达自己的想法解放了我。我和其他青少年一样，还在探索我是谁，但对一个坐着轮椅的同性恋来说，表达自己所面临的挑战更大。参加这些公共论坛后，我逐渐意识到自己所经历的许多事情并不只是个人问题，还是政治问题。我面临的挑战是政治挑战。我的人生具有政治意义。我的存在具有政治意义。于是我决定投身政治。有位议员的顾问叫杰夫·西尔韦斯特，他曾经担任过软件工程师。他注意到了我这个有会必到、直言不讳的毛头小伙，主动提出帮我在加拿大自由党（Liberal Party of Canada，简称LPC）里谋个职位，因为后者正需要技术支持。我们很快就达成了一致意见。那年夏末，我将从事我第一份真正的工作，在渥太华的国会里担任政治助理。2007年夏天，我待在蒙特利尔，混迹于法裔加拿大籍的技术无政府主义者出没的黑客空间。他们喜欢待在改造过的工业建筑里，地板是混凝土的，墙壁是三合板的，房间里装点着诸如第二代苹果电脑和康懋达64型电脑等复古的技术产品。那时候，经过治疗，我可以摆脱轮椅蹒跚迈步。（我一直在康复，但当上吹哨人后我的身体极限受到了挑战。就在第一篇有关剑桥分析的新闻报道发表前，我在伦敦南部的人行道上突然惊厥，不省人事，直到一阵剧痛让我惊醒。那时我已经被送进了伦敦

大学学院医院，有护士正往我胳膊上扎静脉注射针头。）大多数黑客根本不怎么在乎你的模样或者你滑稽的步态。他们和你一样热爱技术，愿意帮助你进步。

在黑客社区度过的短暂时光给我留下了永久的印记。你发现没有哪个系统是绝对的，没有什么是不可穿透的，壁垒只是勇敢者的挑战。黑客理念教会我，如果你转换视角，那么任何系统—— 一台电脑、一个网络，甚至整个社会——都有可能暴露缺陷和弱点。身为坐轮椅的同性恋小子，我很早就领教过系统的力量。然而作为黑客，我得知每一个系统都有弱点待人利用。

就在我去加拿大国会上班后不久，自由党对发生在南面的事情产生了兴趣。那时候，脸书刚刚成为主流，推特还在上升期，没有人想到利用社交媒体来进行舆论宣传，因为社交媒体还处于婴儿期。然而，美国总统竞选中有一位冉冉升起的新星即将踩下加速踏板。

别的候选人还在绞着手指试图搞懂互联网的时候，巴拉克·奥巴马的团队就已经建起了My.BarackObama.com网站，开启了一场草根革命。其他网站（例如希拉里·克林顿的网站）主要投放权威的政治广告，而奥巴马的网站则专注于为草根组织提供一个策划并执行“出门投票”宣传战的平台。他的网站炒热了这位来自伊利诺伊州的参议员。他比对手们年轻得多，还更懂技术。领导人就该像奥巴马这样。在我的性格形成期，一直有人告诉我这不行那不行，奥巴马的那句言简意赅的“是的，我们一定能！”所激发的那种无所畏惧的乐观精神深深地打动了我。奥巴马和他的团队正在改变政治格局。于是在我18岁那年，自由党派我和其他几个人去美国观察他竞选活动的方方面面，以便找出一些可以移植到加拿大进步运动中的新战术。

我先是走访了美国总统大选最早拉开序幕的几个初选州。第一站是新罕布什尔州。在那里，我同选民交流，近距离观察美国文化的真实面目。这既好玩又让人大开眼界。身为加拿大人，我惊奇地发现我们的情感同美国人大相径庭。第一次听到美国人告诉我他誓死反对公费医疗时，我无法相信居然有人这么想，因为这可是我差不多每个月都在享用的公共医疗服务啊。听了一百次后，我就淡定了。

我喜欢瞎转悠，找人侃大山，所以到了该把注意力转向数据组的时候，我有点提不起劲来。然而，结识了奥巴马的目标定位经理肯·斯特拉斯玛之后，我的态度立马改变了。

奥巴马竞选活动中迷人的部分在于品牌建设和对“油管”等新媒体的运用。这玩意在那时候可酷了，因为“油管”还是个新生事物，之前还没有人用过这种视觉战略。我想看、想学，肯却叫了停。“忘掉视频吧。”他告诉我。我应该钻研得更深一点，深入竞选技术战略的核心。“我们所做的一切，”他说，“都基于一点，那就是精确理解该找谁宣传、强调哪些议题。”

换句话说，奥巴马竞选活动的支柱是数据。斯特拉斯玛团队最重要的成果是建立了用来分析和理解数据的模型。有了这个模型，他们能将数据转化为应用适配——通过……人工智能来判定真实世界中的传播战略。等一等——用人工智能助选？听起来好未来主义啊，就好比他们在造一个机器人，可以吞食海量选民信息，然后吐出目标市场的标准。这一输出信息一路上报，最后抵达竞选高层，用来决定推送哪些关键信息、怎样打造奥巴马品牌。

处理这些信息所需的基础设施由一家名为选民活化网络公司（Voter Activation Network, Inc.，简称VAN）的企业提供。该公司的负责人是马克·沙利文和吉姆·圣乔治——来自波士顿地区的一对很棒的同性恋伴侣。在选民活化网络公司的帮助下，到2008年竞选结束的时候，民主党全国委员会收集的选民数据比2004年竞选季收集的数据多十倍。如此多的数据，加上梳理、操控数据的各种工具，使得民主党人在说服选民出门投票一事上占有明显优势。

我对奥巴马竞选机器了解得越多，就越是着迷。后来我有机会向马克和吉姆刨根问底，而他们似乎觉得一个加拿大小伙子跑到美国来学习数据和政治很好玩。在接触肯、马克和吉姆之前，我从来没有想过运用数学和人工智能来推动政治竞选。事实上，第一次看到人们在奥巴马竞选总部的电脑前排队时，我心想：竞选成功要靠信息和情绪，不是电脑和数字。然而，之后我才认识到，正是这些数字——还有他们创建的预测算法——把奥巴马和之前所有参加过总统竞选的候选人区别开来。

一旦意识到奥巴马竞选团队运用算法传播定向信息的精妙之处，我就开始研究自己该如何创建算法。我自学了怎么使用MATLAB和SPSS之类的基础软件包，以便摆弄各种数据。我没看教科书，而是使用鸢尾属植物数据集——学习统计学的经典数据集——进行试错式学习。我可以试用不同方法操纵鸢尾属植物不同特征的数据，如花瓣长度和花瓣颜色，然后预测花卉的种类。这绝对让人兴趣盎然。

一旦掌握了基本技巧，我就把研究对象从花瓣换成了人。选民活化网络公司里充斥着年龄、性别、收入、种族、房屋所有权等林林总总的信息，甚至还有杂志订阅情况和航空里程。只要有恰当的数据输入，你就可以开始预测人们是会把选票投给民主党人还是共和党人。你可以识别、分离出他们最有可能在意的议题。你可以开始有的放矢地打造更能说服他们改变观点的信息。

在我看来，这是一种全新的理解选举的方式。数据是一种向善的力量，推动了奥巴马的变革之战。它被用于鼓励从来没有参加过投票的美国人去投票，影响那些自认为被遗忘的人。我钻研得越深，就越认定数据会拯救政治。我迫不及待地想回加拿大，跟自由党人分享我从下一任美国总统身上学到的东西。

11月，奥巴马取得了对阵约翰·麦凯恩的决定性胜利。两个月后，在竞选中结识的朋友邀请我飞到华盛顿，见证总统就职典礼，并与胜利者民主党一同庆祝。（一开始我在入口处引发了一场小骚乱，因为我还没到21岁这一合法饮酒的年龄，而这个派对上的酒却是免费的，员工们很是抓狂。）那晚令人难忘。我跟詹妮弗·洛佩兹和马克·安东尼聊天，看巴拉克·奥巴马和米歇尔·奥巴马作为新任的第一夫妇跳了第一支舞。一个新时代已经来临，现在有机会庆贺正确的人正确地理解如何运用数据赢得现代竞选的胜利成果了。

然而，通过向特定选民直接推送特定信息，奥巴马竞选团队所采用的微目标定位开启了美国公共话语的私有化之路。虽然美国的竞选活动长期以来一直采用直邮手段，但数据赋能的微目标定位使竞选团队得以将大量的微叙事同无数选民的微世界匹配起来——你邻居收到的信息跟你收到的信息完全不同，而且你俩都毫不知情。如果竞选是私下进行的，那么它不用像竞选辩论和公开宣传那样受到审视。市镇广场曾经是美国民主的基石，但它逐渐被线上广告网络所取代。此

外，无须经受审视的竞选信息甚至不需要看起来像竞选信息。奥巴马竞选试验表明，在社交媒体创造的新环境里，竞选活动可以摇身一变，用朋友的口吻给你发来信息，而你却不知道发信息的是谁，对方的意图是什么。竞选活动也可以包装成新闻网站、大学或者公共机构。随着社交媒体逐渐取得优势地位，我们被迫信任政治宣传，因为就算政治团队说了谎，我们也可能永远都被蒙在鼓里。在非公开的广告网络里，没有人负责修正记录。

奥巴马首次竞选美国总统前几年，一种新型的财富积累逻辑在硅谷的会议室里形成：技术企业开始凭借规划、组织信息的能力挣钱。这一模式的核心是一种关键的知识上的不对称——机器很懂我们的行为，但我们对它的行为知之甚少。这些企业向人们提供信息服务，而人们出于便利的考量向它们提供更多信息——数据。数据的价值越来越高，脸书在其近1.7亿的美国用户身上人均赚取30美元。与此同时，我们误以为这些服务全是“免费的”。事实上，我们支付了自己的数据，而这些数据又被输入一个用于抓取人类注意力的商业模型中。

更多数据产生更多利润，于是企业部署了设计样式来鼓励用户透露更多个人信息。网络平台开始效仿赌场，网页无限下拉等创意纷纷出炉，平台还针对人脑的奖励机制设计出令人上瘾的功能，而谷歌邮箱等服务也开始搜索我们的通信往来。要是传统邮政系统的员工敢这么干，那就得坐牢。原本仅用于罪犯脚镣的实时定位追踪技术被嵌入我们的手机，以往所知的窃听变成了无数应用中的标配。

不多久，我们就养成了毫不犹豫地分享个人信息的习惯。一些新鲜词语在其中起到了推波助澜的作用。私人网络监控被称为“社群”，这些网络赖以盈利的人被称为“用户”，而令人上瘾的设计被宣传成“用户体验”或“参与度”。从人们的“数据废气”[3]或“数字面包屑”中抽取的数据逐渐形成了他们的身份档案。过去几千年来，占主导地位的经济模式一直聚焦于自然资源的开采以及原材料向商品的转化。棉花被纺成织物，铁矿石被熔为钢铁，森林被砍成木材。然而随着互联网的问世，我们的人生也能创造出商品——我们的行为、我们的注意力、我们的身份。人们经过加工处理变成了数据，我们就是这个新数据工业联合体的原材料。

史蒂夫·班农是最早认识到这一新现实的政治潜力的一批人之一。当时他是右翼网站布赖特巴特新闻网的编辑，名气不大。布赖特巴特新闻网在安德鲁·布赖特巴特的民族主义理念的指导下创建，旨在重塑美国文化。班农将自己的使命等同于文化战，但我第一次同他打交道的时候，他知道缺了什么东西，知道自己上战场的武器还没有完全到位。传统战场上的将军关心火力和制空权，而班农需要获得文化影响力和信息主导权——有了数据赋能的军火库，他才能在这个新的作战空间里征服民心、操控民意。新成立的公司剑桥分析就是那个军火库。剑桥分析在军事心理战行动中使用的出色技巧，让史蒂夫·班农的另类右翼思潮异军突起。在这场新战争中，美国选民成了迷惑、洗脑和欺骗的对象。真理让位给另类叙述和虚拟现实。

剑桥分析首先在非洲和全球的热带岛屿上进行了这一新战争的试点项目。试验内容包括不实信息在网上的大范围投放、假新闻和大规模的资料收集。该公司同俄罗斯特工合作，雇用黑客入侵反对党候选人的电子邮箱。剑桥分析很快就在西方媒体的耳目之外完善了这一手法，把注意力从煽动非洲的部落冲突转向煽动美国的部落冲突。一场来势凶猛的炒作从天而降，狂热的呐喊响彻美国大地，“MAGA！”（让美国再次伟大）、“筑墙！”，总统竞选辩论的主题突然就从政策主张转为什么是真新闻、什么是假新闻的荒诞争辩。如今，第一次在美国大规模地部署杀伤性心理武器的余波依然未尽。

作为剑桥分析的创始人之一，我对此负有责任，而且我知道我必须把纠正以往的错误当成一件大事来做。当时，我和许多专业的技术人士一样，愚蠢地把脸书“快速行动，破除陈规”的狂妄号召奉为圭臬。我从来都没有像现在这样追悔莫及过。过去我行事鲁莽，造出了杀伤力巨大的东西，等我醒悟过来的时候，局面已经无法挽回。

2018年初夏的那天，我在朝美国国会大厦地下深处那个绝密场所走去的路上对发生在自己身上的事情感觉麻木不仁。共和党人早已展开针对我的调查。脸书雇用公关公司诽谤批评它的人，脸书的律师们威胁说要向联邦调查局举报我的网络犯罪行为，但没有公布具体罪名。美国司法部如今正被公然忽视长期以来形成的法律惯例的特朗普政府控制。我激怒了太多利益群体，以至于我的律师们相当担心联邦调查局会在听证结束后逮捕我。其中一名律师告诉我，最安全的做法是待在欧洲。

出于安全和法律原因，我不能直接引用我在华盛顿的证词。但我可以告诉你们，我带着两个厚厚的文件夹进入听证会现场，每个文件夹里都有几百页文件。第一个文件夹里存放的是表明剑桥分析数据收集行动开展范围的电子邮件、备忘录和其他文件。这些材料显示，该公司招募了黑客，聘用了同俄罗斯情报机构有已知联系的员工，在世界各地的选举中从事贿赂、敲诈勒索和传播不实信息等活动。其中有律师们写给史蒂夫·班农的机密的法律备忘录，警告他剑桥分析违反了《外国代理人登记法》。还有一批文件记录了该公司如何利用脸书获取了8700多万个私人账号的信息，并利用这些数据来压制非裔美国人的投票活动。

第二个文件夹更加敏感，里面存放着我那年年初在伦敦秘密收集到的几百页电子邮件、金融单据、录音文字稿和短信。美国情报机构一直都很想得到这些文件，它们详细说明了俄罗斯驻伦敦大使馆同特朗普幕僚和英国脱欧宣传战首脑们之间的紧密关系。这些文件表明，英国另类右翼领导人在飞往美国同特朗普竞选团队开会前及开会后均同俄罗斯大使馆的官员会晤过，而且其中至少有三人得到俄罗斯方面的邀请，享受在俄罗斯矿业企业投资的优惠待遇，潜在让利高达数百万。从这些通信中可以看出，俄罗斯政府很早就识别出了英美另类右翼的网络，并对其中的参与者进行培养，让他们在接触到唐纳德·特朗普的时候代表俄罗斯发声。它们还表明，2016年发生的几件大事相互关联：另类右翼的崛起、英国脱欧议案突然被通过和特朗普当选。

四个小时过去了。五个小时。我还在仔细描述脸书在这些事件中扮演的角色及其犯下的过错。

> “剑桥分析使用的数据是否曾经流入疑似俄罗斯特工的手中？”“是的。”

> “你是否认为俄罗斯官方在伦敦赞助的活动同2016年总统大选和英国脱欧有关系？”“是的。”

> “剑桥分析和维基解密之间是否曾有联系？”“是的。”

我终于看到委员会成员们的眼中流露出了些许了悟。我告诉他们，脸书不再仅仅是一家企业，它还是通往美国人思想的一个门户，而且马克·扎克伯格把这扇门开得大大的。剑桥分析进门了，俄罗斯人

进门了，谁知道还有多少别的力量也进门了。脸书构成了垄断，但它的行为不单单是监管问题——它威胁到了国家安全。脸书所享有的权力危及美国民主。

我小心翼翼地周旋于多个司法管辖区、情报机构、立法听证会和警察机构之间，一共做证200多个小时，呈交了至少一万页文件。我穿梭于世界各地，从华盛顿到布鲁塞尔，帮助领导人剖析剑桥分析的所作所为，以及社交媒体对选举公正性构成的威胁。

然而，在做证和提交证据的漫漫长路上，我逐渐意识到警方、立法者、监管者和媒体都对该怎么应对这些信息茫然失措。因为罪行发生在网络上，没有物理地点，所以警方对应把案件交给哪个司法管辖区调查争执不下。因为这个故事涉及软件和算法，很多人听不懂也看不懂，干脆就放弃了。有一次，我接到一个执法机构的传唤，向可能是该机构技术犯罪专家的官员解释一个基本的计算机科学概念。为此我在纸上草草画了一个图解，结果被他们没收了。严格来说，这是一个证物。但他们用开玩笑的口吻说，这张小抄有助于他们理解自己在调查什么。“哈哈哈，太好笑了，各位。”

我们在这个社会中生活，习惯于信任我们的制度——我们的政府，我们的警察，我们的学校，我们的监管者。就好比我们假设：某个办公室里坐着某个人，那人和一组秘密专家已经制订好了计划。如果那套计划不成功，别担心，还有第二套计划和第三套计划——总之，负责人会操心的。可事实上，这个人并不存在。要是我们什么也不做，干等的话，什么人也等不到。

注释：

[1]持有极端保守观点的意识形态组织，核心是白人民族主义和白人至上，本质是种族主义和仇恨，其支持者认为应当保护西方文化，反对“一体化”的融合思想。——本书注释均为编者注

[2]大量混乱的跳转语句和条件分支语句，使程序难以理解。

[3]“数据废气”和“数字面包屑”指人们在网上留下的数字轨迹，包括用户浏览了哪些网页、停留了多久、输入了什么信息等。

第二章 从失败中学习

“无人当被贫穷、无知或从众奴役。”

事发八年前，我搬到英格兰，从此开始了同剑桥分析的种种纠葛。当时，我已经在加拿大政界工作了几年，但具有讽刺意味的是，我之所以搬到伦敦，就是为了逃离政治。2010年夏天，我搬进了泰晤士河南岸的一套公寓，就在那个由庞大又破旧的河岸发电厂改造而来的泰特现代美术馆附近。在渥太华待了几年之后，21岁的我决定横跨大西洋来伦敦政治经济学院学法律。既然我已经脱离了政界，就无须向自由党负责了。我在公众场合被人看见跟谁在一起没关系，发言无须忌讳，也不必担心会有谁听到。我爱结交什么人就结交什么人，我对新生活充满期待。

我到伦敦时正值夏季。收拾完行李后，我立马来到海德公园，坐到日光浴者、游客和年轻夫妇当中。我充分利用伦敦的天时地利，每周五和周六晚上在肖尔迪奇和多尔斯顿度过，每周日去伦敦最古老的食品市场博罗市场。后者是一个露天市场。在那里，摊贩们的叫卖声此起彼伏，游客熙熙攘攘，烹饪摊位香味四溢。我开始有了同龄朋友，人生第一次觉得自己年轻。

但我到伦敦后还没几天，时差都没有完全倒过来，脑袋还晕乎乎的，就接到了一个电话。显然，把政治抛在身后没那么容易。四个月前，一个叫尼克·克莱格的人刚刚当上了英国副首相。

1999年，尼克·克莱格首次当选欧洲议会议员。2007年，他晋升英国自由民主党党魁。那时候，自由民主党是英国政界激进派的第三大党——它最早支持同性婚姻，也是唯一一个反对伊拉克战争、呼吁英国放弃核武库的政党。2010年大选期间，英国人厌倦了工党说教了十几年的“第三条道路”，掀起“克莱格狂潮”。克莱格的民调结果在巅峰时堪比温斯顿·丘吉尔。他把自己定位为英国的奥巴马。大选后，他所在的党派和大卫·卡梅伦的保守党组建联合政府，由卡梅伦担任首相。这

个电话就是他的办公室打来的：他们从自由派政治圈我们共同的熟人那里听说了我在美国和加拿大从事的数据工作，希望了解更多。

我按约定时间抵达位于威斯敏斯特考利街4号的自由民主党总部。它离威斯敏斯特宫只有几个街区，相当漂亮，由一所新乔治式宅邸改造而来，外墙是猩红色砖面，两侧矗立着硕大的石头烟囱。在这条弯弯曲曲的小街上，它的体形实在有点夸张，所以我一眼就认出了它。因为楼里有英国女王陛下政府的办公室，所以伦敦警察厅往周围派驻了一小组武装警察，在小街上巡逻。按门铃后，我被放了行。推开沉重的实木大门，我走到前台。那里有个实习生在等着带我去会议室。当年豪宅里的吊灯、橡木护墙板和壁炉都还在，虽然旧了，但依然优雅。不知怎么的，我觉得它们同这个曾经辉煌过的政党很般配。

他们都管这栋楼叫“考利街”。我在加拿大和美国都没见过这样的地方。自由民主党的工作人员在狭窄的走廊里蹒跚着擦肩而过，地板嘎吱作响。我真不明白他们能在这里完成什么大业。原先的卧室里塞满了办公桌，连接服务器的电缆用胶带固定在墙壁和门框上。在一个由壁橱改造而来的房间里，一个显然患有睡眠呼吸暂停综合征的男人正躺在地上鼾声大作，但谁也不在意。我打量四周，觉得这个地方的运作更像一个老友俱乐部，而不是一个执政党办公地。我走上一段装饰着华丽栏杆的宽阔楼梯，被人带进一间大大的会议室。以前这一定是这座宅邸的主餐厅。等了几分钟后，一小群工作人员鱼贯而入。必不可少的英式寒暄结束后，其中一人说：“那么，请给我们讲讲选民活化网络公司吧。”

2008年奥巴马竞选成功后，全世界的政党都对这种由全国性的目标数据库和大规模的数字操作赋能的新型美式竞选产生了兴趣。此次竞选采用了新兴的微目标定位，将大量选民数据输入机器学习算法，由后者对选民进行细分，然后逐个预测哪些选民最容易被说服或者最可能愿意出门投票。自由民主党人之所以找我，是因为他们不确定这种新式竞选手段能否成功地移植到英国的政治体系中来。他们之所以对我为加拿大自由党做的项目——仿照奥巴马竞选建立选民目标定位系统——如此感兴趣，是因为它是除美国以外第一个同类的大规模项目。此外，加拿大和英国一样，采用威斯敏斯特式选举体制，即简单多数制。加拿大和英国还有另外一个相似的地方，那就是政党名目繁多。交流过程中，自由民主党的工作人员意识到，如果他们引进加拿

大版的这种技术，那么定位工作已经完成了一半。在会议的尾声，他们得知这套系统的功效后都有点飘飘然了。我离开会场，奔回学校，赶上了一堂法律规则解释课的尾巴。我以为这事到此就结束了。

可第二天，自由民主党的顾问又打来电话，问我能不能再去一次，给更多的听众讲讲。当时我正好在上课，所以起初没有接听。但看到手机屏幕上有四个来自同一个随机号码的未接电话后，我不由得纳闷有什么事这么紧急，于是走出教室拨通电话。对方说当天下午有个高层会议，问我能否去做一个有关微目标定位的即兴发言。因此下课后，我背着满满一书包的课本从伦敦政治经济学院走到考利街。仓促之间，我也没来得及换衣服，所以就穿着潮流品牌斯图西的印花T恤和迷彩运动裤去见副首相的顾问们了。

还是上次那间会议室，不过这回里面人声鼎沸，座无虚席。他们直接把我引向发言席。于是，我先就自己不合时宜的打扮道了个歉，然后就开始自由发挥。我告诉他们自由民主党可以怎样利用微目标定位来克服小党派的天生劣势。讲着讲着，我忍不住激动起来。自从离开加拿大自由党后，我还没有发表过这方面的言论，所以这次我真的是畅叙衷肠。我告诉他们自己在奥巴马竞选活动中的所见，看到那么多人第一次出门投票的感受，以及看到非裔美国人参加集会后受希望情绪鼓舞的感受。我告诉他们，数据只是一部分，更重要的是我们能借助数据触及那些对政治失望的人。有了数据，我们就能找到他们，激励他们出门投票。不过，最重要的是，已经跻身权力走廊的英国自由民主党可以利用这种技术载体，颠覆支撑英国政治的根深蒂固的阶级制度。

几周后，自由民主党向我发出工作邀请，要我为他们在英国实施一个选民目标定位的项目。我在伦敦政治经济学院的学位学习刚刚开始，而且作为一名21岁的大学生，我才适应伦敦生活。所以我犹豫不决，不知道再分心去搞政治是不是个好主意。但这是个大好机会，我可以利用同样的技术——同样的软件，以及本质上相同的项目——来完成我在加拿大开启的未竟事业。不过，最终让我下定决心的是随随便便挂在考利街一间办公室墙上的一样东西。那是张旧得发黄的卡片，四边稍有卷翘，上面引用了自由民主党党章里的一句话：“无人当被贫穷、无知或从众奴役。”

我答应了。

2008年美国总统大选结束后，我回到渥太华，撰写了一份有关奥巴马竞选团队所使用的新技术战略的报告，结果反响不大。人人都以为我会写奥巴马竞选战中夺人眼球的品牌打造、图表和病毒视频，而我却写了关系数据库、机器学习算法，以及两者之间如何通过软件和筹款系统互联互通。当我向自由党建议投资建设数据库时，大家都以为我脑子坏掉了。他们希望得到更有魅力的提议——不是这个。奥巴马竞选战是他们对标的“模特”。他们被高高的颧骨和嘟嘟唇迷住了，对支撑起靓丽表面的骨架和脊柱不感兴趣。

大多数竞选活动归根结底就是两个基本操作：说服和投票。为了提高投票率，或者说“GOTV”（get out the vote的缩写，意为出门投票）的人数，必须瞄准那些有可能支持本党但不一定参加投票的人。说服的目标正好倒过来，是那些有可能参加投票，但不一定支持本党的人。那些不太可能参加投票或不太可能支持我们的人则被挑出来置之不理，因为同他们互动于事无补。那些很有可能支持本党候选人并且很有可能参加投票的人属于“基础”选民。一般情况下，竞选团队不同他们接触，但在招募志愿者或筹款时会优先考虑他们。识别正确的选民集并同他们联系正是我们的宗旨。

20世纪90年代，向美国选民发送定向信息主要依靠政党在市镇或州层面的办事机构提供的数据，而这些数据一般包含每个选民的政党登记（如果他们登记过的话）和他们的投票历史（他们出门参加过哪几次投票）。然而，这种做法有其局限性，因为并非每个州都能提供此类信息，选民们改变态度的频率高过他们改变党派身份（或者登记为自己不属于任何政党）的频率，而且从这类信息里根本看不出能够激发选民积极性的痛点。微目标定位的做法是搜集额外的数据集，例如有关某选民名下的抵押贷款、订阅情况、车辆型号等商业数据，让选民的形象更加立体。有了这些数据，再加上民调和统计学技巧，就可以对选民的所有记录打分，生成更为精确的数据。

奥巴马竞选团队将这种技巧变成主流和竞选运作的核心。这一点很重要，因为竞选活动有组织的混乱性往往不是体现在我们在电视上看到的演讲或集会上，而是体现在拉票志愿者逐个联系数百万国人或者向全美各地的个别选民发送直邮。虽然它不如精美雄辩的演讲稿或

令人惊艳的品牌形象那么有魅力，但这台看不见的机器为现代总统竞选提供了关键动能。就在别人的眼光聚集在候选人的公众形象上的时候，战略家们则专注于部署这台幕后英雄式的机器，不断扩大它的应用范围。

我当时在加拿大国会反对党党魁的办公室工作。后来我们当中有人意识到，应该向党内高层演示一下，如果仿照选民活化网络公司的做法，在国会里创建一个类似的系统，将会大大改善党魁同选区成员和公民的互动。高层不愿意为新数据库这种奢侈物买单，但我们发现党魁的官方预算里能挤出钱来。唯一的问题在于，这些钱严格来说是公款，我们用公款创建出来的任何试验数据库都不能用于政治目的。不过，我们并没有太在意。国会版的数据库会纳入曾经联系过党魁的选区成员和其他公民的记录。既然选区成员就是选民的另一个称号，那我们可以向党内高层强调该数据库拥有的所有相同的功能而不需要他们掏钱。果然，目睹该系统的功效后，加拿大自由党开始逐步理解数据的潜力。我们问马克·沙利文和吉姆·圣乔治有没有考虑过拓展国际业务——把选民活化网络公司开到加拿大来。那时候，他们还没有在美国以外承担过大项目，但他们欣然接受了同我们合作的机会。在沙利文和圣乔治的帮助下，我们用六个月的时间建立了加拿大版的选民活化网络公司的基础设施。让党内高层更高兴的是，选民活化网络公司能进行英法双语操作。当时只剩下一个问题：没有数据来驱动系统。

计算机模型不能像神奇的咒语那样预测世界，它们只有在足够数量的数据的基础上才能做出预测。如果系统里没有数据，那就建不了模，也没法进行目标定位。这就像买了赛车却不舍得花钱买汽油——哪怕这辆车设计得再高级，它也跑不起来。所以我们的下一步行动是为选民活化网络公司购买数据。可是买数据要花钱，而数据买来后是为竞选服务的，所以按照法律规定，应该由党来付钱，而不是党魁办公室。然而，党内人士几乎马上就开始反对这一行为，因为他们不是那么急于变革。我向带我进入政界的国会议员基思·马丁求助。我还在上学的时候，他就给了我第一份实习工作。后来他又引荐我去加拿大国会上班，那可是我的第一份正式工作。马丁常常被称为加拿大政坛的“独行侠”，而他办公室里的同事也都是特立独行的人。对我来说，他完全配得上这一称号。马丁受过专业训练，本来是要当急诊室医生的。从医生涯刚开始的时候，他去了非洲的冲突地带，治疗从地雷炸

伤到营养不良的各种疾病。这家伙在从政前绝对是个酷人，生活多姿多彩。他在办公室的墙上挂着自己打扮成印第安纳·琼斯[1]模样的照片，身穿卡其色衬衫，坐在一群豹子中间。急诊室的救治经历让他养成了从不浪费时间的习惯，可在政界，慢吞吞的人才能活下来。有一次，他在辩论的时候被国会的机械化程序惹火了，一把抄起了“权杖”——陈列在下议院过道里，从英国人那里继承下来的中世纪的镀金武器。

2009年，马丁的高级顾问、前软件工程师、后改行从政的杰夫·西尔韦斯特是党内少数几个明白我的意图的人之一。他是我的导师，也是我在国会工作期间的定海神针。我向他解释，即使加拿大自由党还没有批准我继续推进数据定向计划，这个项目也势在必行，因此我们需要经费。获得马丁的批准后，杰夫同意帮我筹款而不告知自由党全国办公室。我们开始举办秘密活动，由我在活动上向潜在捐赠人解释，如果加拿大自由党希望在21世纪具备竞争力，这个计划就至关重要。所有这些活动都是秘密举办的。在党内高层对我们置之不理的情况下，我们希望获得草根的资助。很快，我们就筹到了几十万加元，足以开工。对全国办公室不满的不列颠哥伦比亚省的自由党支部同意充当我们的试验田。

当时我们对成功并没有什么把握。美国只有两大主要政党，而加拿大有五个。这就意味着你的预测维度不是二元的（民主党或共和党），而是多元的（自由党、保守党、新民主党、绿党或魁北克集团）。选择越多，摇摆不定的选民类型（在自由党和保守党之间摇摆不定，在自由党和新民主党之间犹豫不决，在自由党和绿党之间难以取舍，等等）就越多，选举结果因而更趋多样。此外，加拿大和欧洲消费者数据的市场远没有美国那么发达，所以在美国被视为标准数据集的很多数据在这些国家要么找不到，要么必须从许多个信息源抓取后合成。最后，其他国家的政党往往规定了严格的捐赠或开支上限。许多人怀疑微目标定位能否在美国以外的地方展开，但无论如何，我还是想试一试。

我打电话给负责2008年奥巴马竞选目标定位的肯·斯特拉斯玛，问他愿不愿意帮我们在加拿大建设同样的项目。于是，斯特拉斯玛的团队在华盛顿哥伦比亚特区建了若干模型。不列颠哥伦比亚省的温哥华办公室合成了有用的数据集，例如历史投票和拉票数据集。斯特拉斯

玛负责研究应对额外复杂的多党制政体的措施。全省的志愿者被分为两大组。一组使用新的拉票对象名单去拉票，作为对照的另一组则沿用旧名单。竞选结果出来后，不列颠哥伦比亚省党支部的工作人员松了一口气。同许多竞选战役一样，该党联系犹豫不决的选民，进行说服式拉票。经对比，在此次不列颠哥伦比亚省的选举中，采用微目标定位式新名单拉票的成功转化率（起初心意未决的选民经说服宣布支持你的政党的概率）高于沿用旧名单拉票的转化率。这令人兴奋。我们证明了奥巴马在美国实现的目标在不同政治体系的国家中也有可能实现。然而，渥太华的国家党得知我们的作为后对这一全国性的项目表示反对。他们想学奥巴马的竞选战，可真到了有人教他们怎么做的时候，他们却拒绝了。

当初我之所以被政治吸引，是因为它看似能改变世界，但是一年多来我四处碰壁，还有必要坚持吗？恰逢此时，有人介入了。自由党的很多文秘人员都是上了年纪的魁北克女性。她们在政界浸淫已久，深知政治对人的影响。她们带我去渥太华河对岸法语区的加蒂诺吃午饭。在餐馆里，她们纷纷点上了烟，然后用沙哑、带法语口音的英语对我说："听着，你可别变得和我们一样。"她们告诉我，她们把一生都献给了党，但除了"腰身变粗和几次离婚"，什么回报都没有。"离开吧，过年轻人的生活去，"她们说，"在它困住你之前，赶紧滚蛋吧。"我意识到她们说得没错。我才20岁，怎么就在坐等中年危机了呢？

我决定去伦敦政治经济学院读法律，因为想来伦敦离渥太华够远了——相距3300英里[2]，时差5小时，中间还横亘着大西洋。我后来得知，加拿大某些政党的领导层存在利益冲突。当时，许多党的广告、咨询和印刷合同都被分配给资深党内人士或其朋友拥有并经营的企业。如果采用全新的、以数据为中心的做法，这些"朋友和家人"有出局之虞。2011年，我离开渥太华一年后，加拿大自由党在联邦选举中大败于加拿大保守党。后者在其从美国引进的共和党顾问的指示下投资建立了高级数据系统。自由党在国会里占了34个席位，第一次沦为第三大党。这是历史性的溃败。

在伦敦为自由民主党工作的最初阶段，我只是在上伦敦政治经济学院的课程之余每周去几小时。不过我立马就认识到，跟奥巴马竞选团队，甚至加拿大自由党相比，自由民主党真的一团糟。党办的运作

更像一家萧条的古玩店，而不是一台政治机器的心脏。总部的工作人员多为身穿西装、脚蹬便鞋的蓄须男子。他们花在追忆辉格党往昔上的时间多过想办法动员群众投票的时间。我想看一下他们已有的数据系统，于是有人给我介绍了EARS，是“选举代理人记录系统”（Electoral Agents Record System）的英文缩写。“哇，好吧，这个系统看上去……挺老派的，”我说，“是80年代创建的吗？”这就好比你要求看一个图形演示，结果对方给你看一款老旧的模拟两人对打乒乓球的游戏Pong。有人告诉我，其中有套系统是在越南战争期间设计出来的。

很快，自由民主党内就有很多人意识到选民活化网络公司的优势无可匹敌，该党最终同意同它签约，委托后者建立数据基础设施。但现在我们需要数据——让法拉利跑起来的燃料。加拿大的那个项目就是在这一步上搞砸的，而英国的这个项目进展也不顺利。英国没有全国性的选民登记册，而是全部由市镇议会负责，所以我们必须接洽全英上下几百个市镇议会，以获取它们的选民数据。举例来说，我打电话给西萨默塞特郡的阿格尼丝，她听上去有105岁高龄，从妇女获得投票权后就一直负责选民名单。我问她：“这个名单您有电子版吗？”“没有。”她说。因为她一直按老办法保管记录，也就是写在纸上，不过我可以到当地的市政厅查阅一个装订成册的副本。有时候地方官员同意给我们数据，有时候不同意。有时候给我们的是电子版，有时候是PDF文档，有时候还是成堆成垛的纸张，我们得逐一扫描录入。如果是通过电子邮件传送Excel文档的话，打开时往往都不需要输入密码，因为谁会盗取选民数据呢？

英国的选举制度从19世纪50年代左右到现在都没有经历过什么变动，而且我旋即发现，自由民主党的战术也没做过什么调整。这个党及其前身自由党为什么从第二次世界大战以来就一直在竞选中落败，由此可见一斑。党的领导人的制胜战略已经同现实脱节，他们沉迷于散发传单。这些传单在党内被称为“焦点”，上面印刷的内容眼界狭小，往往是对路面坑洼或垃圾清运等“地方议题”的抱怨。自由民主党人认为这种方法很聪明，传单读起来像地方报纸，“悄悄地”就能把党的声音发出去。然而，自由民主党的廉价版《真理报》[3]碰到了一个麻烦：没人真的读它。在他们心目中，选民每逢周末就以翻阅邮购目录和政治宣传品为乐——政党的工作人员往往不接地气，忘记了普通人也有生活。虽然自由民主党在英国三大政党中屈居第三，但它志愿

者的人数最多，因为该党坚持要把传单塞进每一扇门里，风雨无阻。该党甚至在拟定传单内容之前就已经规划好了要发出多少份传单。

黑客世界里有一种说法叫“暴力破解”（brute force），意为使用穷举法[4]猜解出正确的答案。这里面没什么战略可言，纯粹就是把各种材料往墙面上扔，看看哪些能粘住。自由民主党的做法如出一辙。它砸了大量的钱印制传单，能吸引到一个选民就算一个，没有任何针对性。暴力破解算不上高深的黑客手段，效率低到让人发笑，但瞎猫偶尔也能碰上死耗子。赢得选举胜利当然还有成效更好的办法。但当我试图推荐其他办法替代自由民主党人惯用的狂轰滥炸式的、配有Word剪贴画的、中上阶层的宣传办法时，他们会给我上一课，让我懂得“自由民主党人如何取胜”，外加吹嘘一番该党1990年在伊斯特本的补缺选举中取得的意外佳绩——自从1988年社会民主党同自由民主党合并以来，伊斯特本选出了首位自由民主党的国会议员，显然，他们在那里发了好多传单。质疑伊斯特本的胜利就像异端邪说。边缘宗教要求教众遵守教义，自由民主党也差不多。这个党信奉的教义就是发传单。

补缺选举是非定期举行的特别选举，例如投票选出新近去世的国会议员的继任者。自由民主党人痴迷于补缺选举。出于某种原因，每当该党赢得一次补缺选举，党员们就会表现得像挥舞着上面写有“自由民主党在此获胜！”的旗帜那样，让人误以为他们取得了席卷全英国的胜利。然而我在做研究的时候把1990年以来历次选举和补缺选举的结果都收集在了一起，结果发现自由民主党人输掉了其中绝大多数的选举。“可是你们现在的做法不能帮你们取胜。它帮你们输掉了选举。我有数据，”我告诉他们，“事实为证。”

有些自由民主党的领导人听进去了，但多数听了之后看起来很不高兴。他们多年来在自己效忠的党派里扮演“选举智者”，有自己的一套选举模式，才不会欢迎一个外来人随随便便地跑进来告诉他们该怎么改进呢。这个兆头可不妙。

与此同时，我开始拿从益博睿（Experian）等数据供应商那里收集来的选民数据做实验。跟当年在加拿大一样，我试用了各种不同的沙箱模型。实验结果总是不对劲。无论我怎么设计，都没有哪个模型能可靠地预测自由民主党的选民，但预测托利党或工党的倒是没问题。出没于浓荫密布的乡镇的时髦哥们？托利党人。住在曼彻斯特某

廉租房里？工党人。可自由民主党人不行。他们是游离于两者之间的怪人，没法轻而易举地归类。他们有的貌似工党信徒，有的带点托利党的色彩。呃，我漏掉了什么？我想知道是不是有什么潜变量在起作用。在社会科学领域，“潜变量”指影响结果但实验人员尚未观察到或者测量过的因素—— 一个游离于视野之外的隐秘成分。那么，这里的隐秘成分是什么呢?

此处存在一个基本问题，那就是我无法想象自由民主党人是什么样的人。我能想象出托利党人，他们——概括而言——要么是《唐顿庄园》里那种时髦的有钱人，要么是反对移民的工人阶级。工党的选民则是北方人、工会会员、廉租房居民或者在公共部门就职者。可自由民主党人都有谁呢？要是我想象不出谁跟我们同行，我就无法想象出通向胜利之路。

于是，2011年暮春，我踏上了环英之旅，希望能对自由民主党人形成更直观的认识。在那几个月里，我上午去伦敦政治经济学院上课，下午就跳上火车，奔赴某个有着好听名字的地方，比如斯肯索普、西布罗米奇和斯托昂泽沃尔德。我打算对选民进行访谈并组织焦点小组讨论，但我不想走老路。我不按事先拟好的问题发问，而是随便聊。这样一来，人们就会告诉我他们的生活是什么样子的以及他们看重什么。我可以直奔主题地做民调，但是我意识到，我问的任何问题都有偏见，因为我这个提问的人对于哪些问题与之最相关已经先入为主。不错，如果我往民调问卷上补充几个问题，我也能得到答案，可万一这些问题问错了呢？我之所以去找人聊天，就是因为我知道自己有偏见，过往经验给我戴上了有色眼镜。我不知道住在纽卡斯尔廉租房里的年长的英国男子如何生活，也不知道带着三个孩子住在布莱奇利的单亲妈妈怎么过日子。我想要他们来告诉我，他们想让我知道有关他们生活的哪些东西，用他们自己的语言来说，想说什么就说什么，所以我请该党地方选区的相关人员和民调机构帮我随机选择谈话对象。

在小村庄里举行的焦点小组讨论往往没有具体地址。我到了村里，有人告诉我说：“我们在山上的小屋里开会。你走过酒吧，穿过开着水仙花的田野，再走一会儿就到了。”随机邀请的村民会出席，也许那个叫克莱夫的当地酒保或者乡绅西林汉姆勋爵会缓步入场。有时候，我直接去村里的酒吧，在那里跟人聊天。英国人异想天开，又细

致入微，跟他们聊天往往很有意思。这样的焦点小组讨论让我想起当年我在不列颠哥伦比亚省非常热衷参加的市民大会。英国人说，我听，还记笔记。

这些旅行都是我一个人去的，因为自由民主党对我的所作所为不是特别感兴趣。但是跟这么多英国人聊下来，我逐渐了解到自由民主党的构成有多随机。我很快就认识到，他们的人生各不相同。他们可以是头戴花呢格纹帽的诺福克农民或在伦敦肖尔迪奇出没的有艺术气质的潮人，也可以是家住曼布尔斯或兰维杭厄克鲁丁的威尔士老太太、伦敦索霍区的同性恋、十二年不刷牙的剑桥大学教授。自由民主党的选民是一群特立独行、不拘一格的人。

从表面上看，他们各不相同，但我注意到他们的确有一个共性。工党选民会说：“我是工党人。”保守党人会说：“我是托利党人。”自由民主党人却几乎从来不说：“我是自由民主党人。”他们只会说：“我投票给自由民主党。”这是一个细微但根本上极其重要的区别。我琢磨了好一会儿才想明白这可能跟党的历史有关。自由民主党直到1988年两个小党合并后才正式形成，也就是说它目前的选民中有许多是来自历史上投票给托利党或工党的家庭。这就意味着在人生的某个时刻，他们主动决定从原有党派转换到这个新党派上来。对他们来说，支持自由民主党是一种行为，不是一种认同。

马克·盖特尔森是吸引我来伦敦的人之一，他很快就成了我的好朋友。世界上有那么多地方，我第一次见到他竟然是在得克萨斯。那是2007年，当时我刚开始为加拿大自由党工作，被派到达拉斯去参加美国民主党的一个活动，建立人脉。活动场所是一个巨大的宴会厅。我混迹于几百名与会者当中，对许多人头戴斯特森高顶毡帽这个现象感到惊异。突然，我背后有人用咬字清晰的英国口音说：“你不是当地人。”我转过身，看到一个咧嘴笑得像柴郡猫的家伙，他身穿深绿色裤子和印有自由党图案的花衬衫。我的头发漂成浅金色，刘海修成21世纪头十年的经典样式，而他打扮得像个花花公子。我们这两只花蝴蝶在飞蛾大会上一拍即合。

盖特尔森出生于一个在伦敦波托贝洛路开古董店的犹太家庭，他赶时髦，性格奇特，打扮稀奇古怪但赏心悦目，说话会让人想起演员斯蒂芬·弗雷。要是生活在18世纪，他会是一个出没于沙龙的花花公

子。他极其博学，跟人聊天的时候可以轻而易举地把话题从20世纪90年代早期的嘻哈文化转到普法战争。那天晚上，盖特尔森和我相谈甚欢。接下来几年，我们时不时地在美国或英国的各种政治集会上见面。在我决定搬到伦敦后，我们马上就开始一起消磨时光，有时候就待在他家。他把一座老教堂的地下室改造成了一套美妙的公寓，各式各样的古董画和艺术品在里面摆放得既杂乱又和谐。“我才不搞极简主义呢，克里斯。我是极多主义者。”他看到我打量他的收藏品时会这么说。

我在伦敦很活跃，快速形成了一个广泛的朋友圈。虽说我在伦敦政治经济学院学法律，又在议会上班，但我的大多数朋友是爱泡吧的小青年、舞蹈演员、变装皇后、浮夸乖张的创意人士，以及中央圣马丁学院设计系的学生。中央圣马丁学院是世界顶尖的服装设计院校之一，培养出亚历山大·麦奎因、约翰·加利亚诺、斯特拉·麦卡特尼等毕业生。盖特尔森和别人不一样的地方在于，他跟我一样，能无缝地游走于这些不同的圈子。当时他在佩恩-舍恩-伯兰公司（Penn, Schoen and Berland）的伦敦办事处上班。这是一家知名的民主党民调机构，最出名的莫过于曾经为克林顿夫妇服务。在我认识的人里面，只有他能和我一起先去国会露台参加正式招待会，同内阁部长们侃侃而谈，结束之后再化上妆，穿上亮闪闪的衣服，戴上假发，跑去“下沉粉红”酒吧参加魅力舞会，在一帮变装皇后中随着人潮起伏大跳折手舞。盖特尔森像块磁石一样吸引人，我的朋友们都爱慕他。他既温和又热情，晚上出门玩乐的时候像柯利牧羊犬看护羊群一样对花美男们关怀备至。要是他即兴拿起芭比娃娃，用故事人物的声音解释为什么张伯伦的绥靖政策会失败——而且是在凌晨4点音乐大作、“轰趴”正酣的时候，我的朋友们都会被他迷倒。

盖特尔森也是少数几个明白我希望利用数据做什么的人之一。一天下午，我跟他抱怨起自己为自由民主党人的投票行为建模时遇到的困难，告诉他我打算找几位剑桥大学的教授咨询一下。他帮我联系到了正在剑桥大学攻读实验心理学博士学位的布伦特·克里卡德，说此人或许可以介绍我认识剑桥的一些教授。后来，克里卡德发挥的作用远远不止于此。他和盖特尔森一样，也是个花花公子，身穿花呢服装，上衣口袋里总是塞着一块挺括的佩斯利花纹方巾。虽然他是美国中西部来的富家子弟，但不知怎么就学会了一种做作又不失乐趣的大西洋

中部口音，好似在扮演《卡萨布兰卡》里的某个角色。决意来英格兰之前，他是洛杉矶芭蕾舞团的舞蹈演员。

我们有几次边喝酒边聊天。那时克里卡德建议我更加深入地研究人格对投票行为的影响。他特别向我指出人格五因素模型[5]。这一模型把人格分为五个维度并分别评分：开放性、尽责性、外向性、宜人性和神经质。长期的实践和测试表明，衡量这五大特质能够很好地预测人生的诸多方面。例如，尽责性得分高的人更可能取得较好的学业成绩。神经质得分高的人更可能患抑郁症。艺术家和创意人士的开放性得分往往较高。开放性得分较低、尽责性得分较高的人倾向共和党。这听上去很简单，但人格五因素模型在预测选民行为方面可以发挥极大的作用。在政治话语里，你会发现许多用来描述候选人、政策或政党的词语与人格一致。奥巴马竞选的主题词是改变、希望和进步，换句话说，他的竞选纲领对新理念持开放态度。而另一方面，共和党人倾向稳定、独立和传统——这实际上是一个强调尽责性的纲领。

深夜在公寓里读书时，我终于领悟到了什么。或许自由民主党人不能按所在地理区域或人口统计特征来归类，或许他们都是一个共同的心理特征的产物。我做了一个初步研究，发现相比工党或托利党选民，自由民主党人的开放性得分较高，宜人性得分较低。我意识到这些自由民主党人和我一样，比较开放、好奇心强、古怪、顽固，有时候还有点刻薄。正因为如此，伦敦东区的艺术家、剑桥大学的教授，还有诺福克的农民才会以自己的方式聚集到自由民主党周围，即便他们的人生是如此不同。

这个五因素模型是破解自由民主党人的密码，而且最终也成为后来成立的剑桥分析公司的核心理念。它帮我用全新的眼光来认识他人。民调专家常常谈论单一的选民群体——女性选民、工人阶级选民、同性恋选民。虽然性别和族裔等的确是构成人的身份和体验的重要因素，但女性选民、拉丁裔选民或其他任何类似的标签都不成立。想想看：如果你从马路上随机抓住100名女性，她们会一模一样吗？要是随机选取100名非裔美国人呢？他们会一模一样吗？我们真的能凭借这些人的肤色和阴道说他们全是克隆人吗？他们的经验、麻烦和梦想全都不一样。

通过探索身份和人格的细微差别，我开始认识到为什么政治家一直都在做民调，却还是那么不接地气。这是因为他们用的许多民调专家都不接地气。民调机构向政治家兜售的选民身份的构成往往过分简化，甚至完全错误，从而影响了他们的认知。身份从来都不单一，身份由方方面面构成。大多数人从来不会把自己视为一个选民，更不用说围绕他们的世界观同税收政策之间的关系来建立身份。一个人去杂货店购物的时候，不太可能在店中央停下脚步，把购物这件事抛到脑后，猛然意识到自己事实上是一个上过大学、住在摇摆州[6]郊区的白人女性。但凡我主持焦点小组讨论，参与者谈的都是自己如何长大成人、做什么工作、他们的家庭、他们喜欢的音乐、他们调皮捣蛋的宠物和他们的人格——类似于你跟人第一次约会时谈论的话题。要是你去跟人约会，但又规定你只能向对方询问标准的民调问题，你能想象这场约会有多惨吗？对，没错。

2011年年末，我告诉尼克·克莱格的团队，我认为自由民主党深陷困境。我解释说，数据表明，自由民主党的选民坚持自己的意识形态，顽固且讨厌妥协。但自由民主党已经跟托利党联合组阁，成了这些特质的对立面。这个党的支持者拒绝妥协，可这个党却为了参与执政而放弃自己的原则。这种妥协违背了自由民主党选民的理念，必将使他们离心离德。

我制作了一套幻灯片，在议会一间古旧的镶有木质护墙板的会议室里放给自由民主党的领导人看。之所以有这么一个会议，是因为他们想听听我这个项目的中期进展汇报，他们对这项新技术带来的新发现激动不已。然而，他们的微笑很快就挂不住了，因为我的报告充斥着令人沮丧的悲观论调，细细描述了党的战略所犯下的战术失误。我在其中一张幻灯片上展示，工党和托利党广泛积累了选民人群的数据，这表明他们针对每一个选民收集了相当多的数据，而自由民主党收集的数据只覆盖了不到2%的人群。我的这场报告让人如坐针毡，难堪不已，谁都不想和它搭边，或者说谁都想跟我撇清关系。当然，我必须承认，我这个人有时候比较直率，容易惹人生气。我有点像马麦酱，人们要么爱它，要么恨它，但没有人会厌烦它。就这么说吧，某个看起来像实习生、不知从哪里冒出来的加拿大人大摇大摆地走进来，告诉党的拥趸他们之前的做法全错了，他们对此很不高兴。

有一位自由民主党领导把我的报告听进去了，他就是首席党鞭[7]阿利斯泰尔·卡迈克尔。卡迈克尔是纯正的苏格兰人，来自内赫布里底群岛最南端的伊斯莱岛。他从小到大在学校里讲的都是盖尔语，所以讲英语的时候带着高地土腔，还混杂着早年担任皇家检察官时学来的比较“正规的”爱丁堡口音。他爱聊天，为人热情。我去他办公室的时候，他总会从他那收藏丰富的柜子里拿出威士忌酒来请我喝一杯。作为党鞭，他是久经沙场的权谋人士，随和的举止背后是对权力杠杆的深刻洞悉。作为首席党鞭，他无所不见，无所不闻，所以我向他请教该怎么走出我在党内面临的僵局。我一直觉得自己在卡迈克尔面前可以畅所欲言，而从不畏惧直抒己见的他也因此尊重我。他努力劝说党内工作人员考虑我的话，但不幸的是，作用不大。

所有这些实在太令人沮丧了。我不仅给他们看数据，还给他们看同行评审过的文献。我向他们展示科学，而作为回应，他们说我悲观，说我是个刺头，没有团队精神。最让我忍无可忍的是有人把我的幻灯片泄露了出去，其目的显然是让我丢脸。结果他们搬起石头砸了自己的脚，因为有个记者撰文同意我的观点，特别提到了自由民主党罹患“爱发传单的大毛病”，以及在数据收集和研究方面远远落后于托利党和工党。如果你花了这么多时间研究选民，还特意跑去同他们交流，你越来越会觉得自己跟他们同呼吸、共命运。我认为我的工作不仅仅是为了赢得一次选举，还为了理解真正的民生，为了向当权者表达和重申深陷贫穷、无知或从众是什么滋味。

两年后的2014年，自由民主党丢掉了310个议会席位，在欧洲议会的12个席位只保住了1个。2015年5月，该党遭受致命一击，失去英国议会57个席位中的49个，元气大伤。既然自由民主党议会议员中只有8名再次当选，那么一辆马自达邦戈野营车就足以装下该党的整个议会党团，而且还有空余。

注释：

[1]“夺宝骑兵”系列电影中的一个手持软鞭、寻找法柜的考古学家。

[2]1英里约合1.61千米。

[3]苏联共产党中央委员会机关报，创刊于1912年。

[4]对可能出现的各种情况一一进行测试，将满足条件的数据挑选出来。

[5]又称大五人格模型（Big-Five model of personality）。

[6]亦常被称为战场州，指民主、共和两党候选人支持率差距不大的州。

[7]又称“议会督导员”，政党在议会中执行党纪的负责人。

第三章 我们身穿普拉达反恐

> 如果你想打造一个旨在实现大规模洗脑——积极破坏和操控大众认知——的非动能武器，你首先得深入了解激励人类的因素都有哪些。

伦敦的梅费尔区是财富和权力高度密集的地方。在那里，大英帝国风华依旧。古老的街道两边的建筑物上点缀着数十块蓝色的圆形牌匾，纪念曾经在此居住的知名剧作家、作者、政治家和建筑师。圣詹姆斯广场坐落于梅费尔区东南角，离唐宁街10号不远，周围密布着宏伟的旧乔治式排屋。查塔姆研究所，也就是英国皇家国际事务研究所，就在广场的北端。跻身世界最大石油公司行列的英国石油公司把总部设在广场东头。同样在广场东头的还有诺福克宫，它是二战期间美国将军德怀特·艾森豪威尔的驻节地，也是同盟国远征军最高司令部。广场周围还散落着几家私人俱乐部，包括殖民时代的东印度俱乐部以及陆海军俱乐部。广场中心是一个用一段段装饰性的铁栅栏围起来的小花园。公园中间矗立着威廉三世的雕像，他骑在马背上眺望着那些楼房。中心花园周围是灌木丛和精心修剪过的花坛。圣詹姆斯广场是英国殖民主义时期全球统治地位的鲜活纪念碑。

在英国石油公司总部的南面、广场的东端，有一栋可追溯到1770年的多层建筑。它的外立面采用光滑的灰色砂岩，入口两边砌了淡黄色的砖，还有一对爱奥尼式的石柱，门外立着一个红色的皇家邮政信箱。2013年年初，SCL集团的总部就设在这里。这家最初以战略传播实验室而闻名的企业由奈杰尔·奥克斯领导，自从1990年以来，它以各种形态存在于世界上。英国政府准许SCL访问“秘密”级信息，它的董事会成员除了教授和外国政治家，还包括撒切尔时代的前内阁部长和退役的军事指挥官。该公司主要向军方提供服务，在世界各地实施心理战，并利用影响力进行操控，例如在巴基斯坦降低圣战组织的招募成功率，在南苏丹协助军人解除武装、遣散军队，在拉丁美洲缉毒和打击人口贩卖。

2013年春，离开自由民主党几个月后，我听说了这家公司。当时有一位一直跟我保持联系的自由民主党顾问打电话告诉我这家公司缺人手。他说他之所以想到我，是因为这家公司想为某个与军方有关的项目招聘“数据专才从事行为研究”。我之前从未想过投身国防项目，但是经历了加拿大和英国两个政党的挫折，我准备好了做些新尝试。

我走进前门，来到一个大厅。厅里铺着黑白格子的大理石地板，顶上挂着水晶吊灯，乳白色的墙面上有装饰性的石膏纹样。这里的办公室保留了原建筑物的许多细节，几间办公室环绕着一个大理石壁炉呈扇形展开。地板上编织紧密的绿色地毯上饰有红白相间的小小圆形褶边。接着，有人带我进入一个小房间，叫我在那里等一个叫亚历山大·尼克斯的SCL集团的董事。我记得那个房间特别热，好似虽然已是暮春，但暖气还是调到了高挡。（后来我得知温度是故意调高的——在开会前让对方心神失防的一种伎俩。）我在那个狭小的汗蒸室里坐了大约十分钟之后，有个男人进来了。我首先注意到的是他那身剪裁讲究的萨维尔街定制西服，衬衫上还绣有他姓名的首字母缩写，那蓝宝石一般的双眼同他那苍白如纸的皮肤形成强烈的反差。

在这样的环境里结识亚历山大·尼克斯真是再完美不过了。他出身英国上层阶级，在伊顿公学念过书。王室的孩子也去伊顿公学上学，该校的校服依旧是带领衬衫和燕尾服。多数英国贵族都带一点坎普风[1]，尼克斯也不例外。他的口音一听就是大富大贵之人。他戴黑框眼镜，略带红色的金发松松软软，看起来像是那么随手一捋，但其实是精心打理过的。他请我在成堆的纸张和箱子之间就座，告诉我这些都是最近完工的一个项目留下的。他们打算不久就搬到更大的办公室去。

过了没多久，尼克斯就跟我介绍起SCL业务的各种细节。他先让我签了一份保密协议，然后告诉我公司的多数业务都跟军方和情报机构有关，承接政府无法公开进行的项目。“我们在那里颇得人心……你知道，为此我们在所不惜。”他指给我一个相框，貌似是一张某个国家在非洲某地集会的照片。

当我问起细节，他拿出几份报告。在我翻看这些报告时，他开始解释TAA，即目标受众分析。他说这是信息战项目的第一步——分析

和细分。不过，我浏览报告后觉得他们的方法论实在太粗糙了，于是毫不顾忌地把这个看法说了出来。

“这其实可以做得更好。”我告诉他。不久后我了解到，尼克斯这个人，一旦有人挑战了他骨子里的优越感，他立马就会发脾气。不过，当时他只是有点恼火。

“我们，”他说，“是业内翘楚。”

“没错，”我说，“但是你们在目标定位方面有很大的提升空间。军方目前的做法看起来是从飞机上往下撒传单。要是作战部队有激光制导导弹，你们干吗还用这种宣传方式？”我的回应挺刺耳的——尤其鉴于我是求职方，尼克斯惊呆了。我才是主导谈话的人。他似乎在想。我们的对话戛然而止。我一边往外走一边想：太浪费时间了。

但这并非浪费时间。不久之后，尼克斯打来电话问我愿不愿意多聊聊，向他解释一下SCL哪里做得不对以及怎么改。

SCL从事心理战，而心理战的历史同人类战争史一样悠久。公元前6世纪，阿契美尼德王朝统治下的波斯人深知埃及人崇拜猫神贝斯特，于是在自己的盾牌上画猫，这样打仗的时候埃及人就不愿意瞄准他们。亚历山大大帝在征服异国领土后，不会单纯地烧杀劫掠，而是会运用积极的心理战术，留下部分希腊军队传播希腊文化，将战败的当地人吸收到他庞大的帝国中去。中世纪时，帖木儿和成吉思汗把恐怖作为心理武器，砍下敌人的头颅，并将其挑在长矛上示众。俄罗斯被称为“恐怖的伊凡”的伊凡四世在红场上设立数个巨大的煎锅，把敌人活活烤死，以此来恐吓民众，让他们顺从。二战期间，英国人上演假入侵，开动假坦克，甚至展开了一次神奇的“肉糜行动”，在一具身穿英军制服的尸首身上藏了一份伪造的作战计划，把误导敌人的艺术用得出神入化。对信息，包括不实信息的精心运用是在战场上取得战术优势的最有效的方法之一。

设计信息武器时，不妨参考任何一个常规武器系统的基本方面：有效载荷、运载系统和瞄准系统。对导弹来说，它的有效载荷是炸药，运载系统是用火箭推进的弹身，而瞄准系统就是卫星或热追踪激光。信息武器的组成与此类同，不过它和常规武器有一个重大差别：你利用的不是动能。换句话说，你不会炸飞什么东西。在信息战里，

有效载荷往往是一个故事——一个用来蒙骗某位将军的谣言或者一种用来安抚某村村民的文化叙事。正如军方投资化学研究以造出更强大的炸弹，它也努力钻研什么样的叙事能造成最大的影响。

因为美国享有导弹、坦克、轰炸机、舰只和枪支方面的优势，所以美国领导人历来低估信息战的价值。美国开展过一些信息战，但多数是老掉牙的纸质传单类。朝鲜战争期间，美军用大喇叭搞宣传，同时用飞机把传单撒到敌军阵线上。越战期间，专业的心理战行动营策划了类似的宣传闪电战，其目标是赢得尽可能多的人心。然而，因为美国的国防预算在世界上遥遥领先，所以美军好比是拿着五花八门的玩具的小男孩，军力的扩大依赖有形物质和动能大小。

在病毒式宣传和由网络推波助澜的激进行为面前，坦克和掩体炸弹毫无用处。极端组织伊斯兰国（ISIS）不仅发射导弹，还发射叙事。俄罗斯为了弥补军备老化的劣势，采用混合式攻击，从操控目标人群的意识形态入手。恐怖组织利用社交媒体招募新成员，然后让他们拿起武器和炸弹去实现该组织的目标。这些非传统威胁和传统威胁一样危险，而西方大国一直在努力应对。你不能朝互联网发射导弹，而讲究上令下行、由白人直男主导的传统美军文化敌视那些可能把更微妙、技术更强的反击手段引入部队的另类新兵。

美国国防部高级研究计划局试图应对这些关于恐怖和冲突的新现实。其过往项目——诸如叙事网络和战略传播中的社交媒体等——的既定目标是“力图追踪理念和概念，以分析其中的规律和文化叙事”和“开发量化分析工具，以研究安全情境下的叙事及其对人类行为的影响”。美国军方还有一个叫作“人类、社会和文化行为建模”的项目，其目标是创建“社会文化分析和预测工具，为作战用户服务”。换句话说，许多此类项目旨在获得针对威胁的完全的信息上的不对称——拥有巨量信息，彻底压倒并占有敌方周边的信息空间。尼克斯瞄准了这一有利可图的市场，希望为SCL赢得新合同。

起初，尼克斯提出跟我签三个月的合同，基本上让我想干什么就干什么。“我连岗位描述都不准备写，”他说，“因为，说老实话，我都不知道该写什么。”经历过加拿大自由党和英国自由民主党的磨难，完全的行动自由对我太有吸引力了。于是在2013年6月，我开始为SCL工作。

跟大多数人一样，我此前除了偶尔在午夜时分连看好几集历史频道的节目，从未特别关注过军事战略。面对令人却步的学习曲线[2]，我必须迅速赶上公司已有项目的进度。问题在哪里呢？谁都不愿意回答我的提问。事实上，一看到我，我的新同事恨不得立马合上他们的笔记本电脑。他们会说“你干吗问这个？”或者“我得汇报一下，看看能不能向你透露”。这种保密行为让我很难搞明白自己该做什么以及怎么做。我跟尼克斯抱怨，他故意翻了个白眼，然后直接把他办公室里一个柜子的钥匙交给了我。我在里面找到了存放过往报告的文件夹。

这些文件记录了SCL为英国国防部和美国政府等老客户承担的项目。一个是它在东欧为北大西洋公约组织运作对抗俄罗斯的宣传行动，一个是在拉丁美洲某国开展的反毒品计划，它协助一个军方客户散布不实信息，煽动当地种古柯的农民反对毒枭。还有一些文件详细记录了在墨西哥和肯尼亚开展的心理战行动。正如尼克斯之前所言，这些都是政府机构不愿公开承接的项目，它们宁可聘用承包商作为“市场研究公司”或者以做生意为借口进入目标地区。

其中有一份引起我注意的报告描述了国防部在巴基斯坦运用信息战影响不同目标群体的一个项目。该报告收集了地方领导人和意见领袖的信息，并针对每个目标受众的文化接触点和潜在激励因素提出了建议。然而，其方法论满是漏洞。SCL试过在当地用真正的调查员进行民调，但他们使用的农村地区的地图不完整，而且当地人对询问他们意见的外来人心存疑虑，所以响应率低。这样一来，项目所收集的数据非常不完整，或者存在偏差，所以不可靠。国防部为这个项目支付了天价，但如果他们雇用几个当地人进村询问的话，就可以获得质量更高的信息。

第二个问题出在军方选择的宣传手段上。在某些项目里，他们制作了传单后就不加区别地投放到一整片地区。又是传单？英国军队就跟自由民主党一样。唉，这个国家什么时候才能普及移动电话网络呢？有意思的是，某些国家即便处于冲突中，其互联互通的程度也很高，没有固定电话或无线电视的地区也正在建手机信号发射塔。我不明白为什么西方大国偏偏忽视这一方面的发展。

更重要的是，我想让尼克斯明白过来，如果你只打算从空中向下投放你的信息，那么复杂的心理分析纯粹是白费劲。我告诉他，如果

他们专注于获得更精确的数据、构建算法，根据那些算法瞄准特定的目标人群，并运用传单或无线电以外的不同媒体形式，SCL的项目会有效得多。尼克斯若有所思地听着，一边琢磨我的话一边用两只指尖相抵的手不断拍打自己的嘴巴。

我也开始认识到为何英美军队在赢得人心方面表现不佳。有关当地居民文化和态度的信息都被收集起来藏在“地下室”里，这些信息往往是承包商拿到的附加项目。在军事战略的首要目标未确定前，这些信息不会被整合到战略中去。换句话说，在战略规划者看来，当地居民的文化和经验都是马后炮，远远没有士兵和装备重要。这必须改变。

就在我琢磨美国国防部高级研究计划局及其在英国的对等单位国防科学与技术实验室正在努力通过新型社交网络和数字研究项目实现何种目标的时候，我的思绪飘到了一个意料之外但并不陌生的地方：时尚。这两个领域看似风马牛不相及，其实不然。每当一个社会走向极端时，它的时尚也会走向极端。想想看，纳粹、三K党人和“圣战”分子有什么共同之处？某种特定的打扮。极端主义发端于人们的外在面貌和整个社会的情绪。有时候，极端主义会催生实实在在的制服：白色尖顶帽、马球衫和提基火把、写有MAGA字样的帽子等。这些制服又反过来成为穿戴它们的人的一种身份，把他们的想法从“这是我的信念”转变成“这就是我”。极端主义运动之所以抓住审美不放，是因为极端主义在很大程度上就是要改变社会的审美。极端主义向人允诺的往往不是什么有形的政策，而是一个地方或一种文化的新面貌、新情绪。

16岁的某一天，我把头发染成了桑葚紫。我选择这个颜色并没有什么特别的原因，只是觉得它特别夺人眼球，我很喜欢。结果我被叫进了校长办公室，因为我违反了学校的着装规范。我一点都不为此难过，也没觉得害怕，我完全不在意。最后，我跟校长谈到了除“对残疾学生宽容”以外的话题。我被告知我必须把头发染回“正常”颜色。我拒绝了，校长为此不高兴，因为我头发而导致的紧张气氛一直持续到我离校。我还在坐轮椅的时候，花了大量时间去想该怎么适应这一切——门够不够大，轮椅能否通行，跟同龄人是否合得来，能否找到合身的衣服。电脑是我的热情所在，但出于多个原因，时装成了我的另一种热情。其中一个原因是我希望有归属感，不过也是因为我想更引

人注目。当我坐在教室里，只有同学们腰线那么高的时候，我会注意到他们衣服上的纽扣、剪裁、褶皱、凸起和折痕等，可我在他们眼里是隐形人。头发染成紫色之后，别人注意到我了。这样一来，校长叫我把头发染成“正常”颜色就等于命令我再次做回隐形人。彼时，我领悟到了外貌的强大以及它对人格的揭示作用。

当年我为自由民主党工作时运用了人格五因素模型，这回我对人格这个概念进行了更为深刻的思考。我意识到政治和时尚都建立于同一个基础之上，即自身同他关系间的许多微妙的差别。时尚是理解人格的一扇完美的窗户，因为我们每天都要决定穿什么（或者不穿什么）。来自不同文化的人都要对如何装饰自己的身体做出不同的选择，从平淡无奇到夸张奢侈，不一而足。我们都在意自己穿什么——即便是那个来自明尼苏达州，除了灰色T恤和牛仔裤没穿过别的衣服的老头也在乎。他本来不觉得自己关心衣饰问题，但要是你递给他一件和服或达西基宽松花衬衫，他就会有反应。

我清楚记得我同我在伦敦政治经济学院的导师的最后一次会面。他问我接下来打算干什么。毫无疑问，他希望听到我回答继续投身政治或向某家高级的企业法律师事务所求职。没想到，我告诉他的是我打算去上时尚学校。沉默。他眉毛挑起，显然很失望，下意识地摇起了头。“时尚？服装里的？你真心要去学习服装？”可在我看来，时尚和政治的核心都是关于文化和身份的循环往复。我觉得它们本质上是同一种现象的两种表现——这一看法将成为我们后来在剑桥分析所创造的中心理念。

时尚在我的生活中一直发挥着作用，而且正是时尚让我逐渐接受了自己。当年我离开学校搬到蒙特利尔的时候，我摆脱轮椅独立行走的时间正在变得越来越长，但一直没能摆脱自惭形秽、没什么吸引力的念头。某个周末外出闲逛的时候，我走进一家旧书店，在一堆旧杂志里翻到了一本九年前出版的、有磨损的《茫然与困惑》（Dazed＆Confused）杂志。这期杂志出版于1998年，封面上写着“时髦？”，配图是一个装了一双假腿的模特。这期杂志的客座编辑是亚历山大·麦奎因，内文里满是着装各异但依然美丽的人体照片。看完这期杂志后，我开始试着穿不同的衣服，外出的频率也更高了。蒙特利尔这样的地方，如果你愿意，它就会改变你。我喜欢去变装酒吧，膜拜那种既华

丽迷人又嘲弄式地推翻传统上关于美、人体和性别的看法的裙子。变装颠覆了我的思维。它让我敢于挑战现有规范，并坚持真我。

我刚到伦敦时交的很多朋友都在中央圣马丁学院学时尚，而圣马丁学院是伦敦艺术大学的一分子。我也进了伦敦艺术大学，最终拜在卡罗琳·梅尔门下。梅尔教授主攻认知心理学和机器学习，不是典型的时尚学教授，但我俩做师生很搭，因为我也不是典型的时尚学生。我跟她解释，我想研究另一种时尚“模型”——神经网络、计算机视觉和自动编码器。她听了之后去说服了学校里的研究生研究委员会，后者准许我攻读机器学习博士学位，而非设计博士学位。差不多就在这时候，我开始去SCL集团上班，因此我每天不是搞时尚模型就是搞网络战争。我渴望投身于文化潮流的学术研究，所以告诉尼克斯自己不想在SCL做全职工作。如果SCL真想要我的话，就必须接受我一边为他们做项目一边继续我的博士学业。尼克斯答应了，而且SCL最终同意支付我的学费。我觉得这真的是天赐好运，因为留学生支付的学费是最高的。

这两个领域相得益彰，因为要是你理解文化，你对极端主义运动发生的变化的洞悉就会比单单看他们公开宣扬的意识形态深刻。我们在SCL观看了无数极端“圣战”分子拍摄的宣传视频，注意到这些短视频里不仅有经常上新闻的暴力画面，其内容风格也充分且明确地传递了“圣战”分子的审美观。视频里会展示外形酷酷的汽车，会有配乐。被他们理想化的英雄有某种明晰的男性面貌，而且有些视频看起来就像真人秀里截取的片段。具有讽刺意味的是，他们试图将他们落后的意识形态定位成现代的或者未来主义的，其手法模仿了过去意大利的未来主义者对未来的法西斯主义的竭力推广——声称它是通往现代化的最佳之路。这些视频传播了一种怪诞的暴力和仇恨崇拜。除此之外，它们也变成了“圣战”分子文化的一部分。它们的风格任性放纵、天真浪漫，堪称庸俗。就连恐怖主义者也有流行文化。

那是2013年9月左右，我清楚地记得自己当时的想法：这也太酷了吧！我开始从事文化工作，但不是单纯为某人的品牌宣传战效力。我开始从事文化工作，是为了捍卫我们的民主。军方只不过换了套说辞——影响力归因建模或者行动一致的被观察目标画像。然而在时尚界，我们简单地将之称为流行趋势。穿同样的衣服，用同样的社交媒体标签，听同样的音乐，参加同一场音乐会。所谓的文化上的时代精

神，其实就是人们采取一致行动，而且我相信这类流行趋势可以从数据中判断出来。通过在线观察和用户画像，我们想试着预测这些运动的采用生命周期，它们的早期采用者，它们的扩散速度，它们的峰值。

在SCL上班的最初几周，我开始研究怎样对传统信息战的战术进行数字化和改革。这是当时公司最感兴趣的地方，因为它意识到如果能开发出融合宣传和广告技术的新方法，它就能为北大西洋公约组织的许多军事单位填补一个重大能力缺口并从中获利。为了规划这一全新的数据领域，我们得调查一下有哪些以往研究可以借鉴，例如从点击流中获取新的信息源，通过画像和机器学习来改善针对目标受众的定向叙事传播。显然，把信息转化成武器还有其内在的复杂性。枪支和炸弹杀人的时候可不分对象和地点——物理属性全都一样，但信息武器必须根据多个因素定制：语言、文化、地点、历史，以及人口多样性。如果你想打造一个旨在实现大规模洗脑——积极破坏和操控大众认知——的非动能武器，你首先得深入了解激励人类的因素都有哪些。

叛乱从本质上来讲是非对称的，因为一小群人就能造成巨大影响。所以，如果要催化好战组织的内部叛乱，首先需要将资源集中在几个关键的目标群体上。为了优化这一催化行为，我们必须为那些既容易被新的思维方式影响，又有足够的人脉能把我们的反叙事植入他们的社交网络里的人精心画像并进行识别。

最有效的洗脑方式是直接改变自我的概念，即操控者试图从目标那里“窃取”自我的概念，并用他自己的概念替代。这个做法的第一步一般是抑制对方的叙事，然后主导目标周围的信息环境。这往往需要几个月的时间才能逐渐瓦解所谓的心理弹性因素。为此，一些专门设计的程序会诱导目标形成不现实的认知，导致目标的迷惘，破坏其自我效能。目标接收到暗示后就开始对一些小事或臆想的事件小题大做。反叙事的目的是抹掉某些事件的意义，让人感觉这些事件令人摸不着头脑，或者没有意义。反叙事的另一个目的是诱发不信任，从而减少与其他人的交流，这些人可能会妨碍目标思想的演变。当你心中浮起一个念头，认为自己被人以某种不公平的方式利用，或者当某些事件看似毫无意义或目的，那么你就会很难忠于某个现有的等级制度或群体。你会不太乐意容忍挫折、冒险或者听令于他人。

然而，单纯打击士气往往还不够，终极目的是激发跟冲动型、反常型或强迫型行为相关的负面情绪和思维过程。这样一来，目标的行为就会从轻微或消极抵抗（如降低劳动生产率、少冒险、散布谣言等）上升到更有破坏性的行为（如争论、不服从命令、叛乱等）。这种方法在南美洲用过，在那里它被用来引起贩毒团伙成员间的不和，提高了信息泄露、叛变或内部冲突的概率，从而削弱了毒品供应链。最易感的目标往往是那些表现出神经质或自恋特质的人，因为他们面对高压叙事时心理弹性往往较差。究其原因，神经质更容易让人想法偏执，因为神经质的人爱焦虑、易冲动，且凭直觉行事多于三思而行。自恋特质得分高的人之所以易感，是因为他们更容易产生嫉妒或“这是我应得的”之类的情绪，而这类情绪极易诱发违规和不服从等级制度的行为。也就是说，此类目标对骚扰、迫害、受害行为或不公待遇产生夸大的怀疑的可能性更大。他们是人们对某个较大组织进行颠覆时的“最低垂的果实”。后来，这一心得成为剑桥分析催化美国另类右翼叛乱的基础之一。

有一点必须声明：这些行动并非某种心理治疗，而是心理战的一种形式。要记住，在军事情境下，目标的主观能动性或知情同意权并不重要。目标就是敌人。通常，军方要么选择派遣无人机去焚烧敌人，要么干扰敌军部队，让他们开始内斗，或粗心大意、漏洞百出、被人利用。如果你是一名军事指挥官或者情报官员，心理操控是一种“轻轻松松”的方法。

社交媒体诞生后，军事和安全机构突然间有办法直接了解到世界各地犯罪团伙和恐怖组织的保镖、文员、女朋友和情报员的思想和生活。社交数据提供了以往需要几个月的仔细观察才能搜集到的许多详细的个人信息。事实上，目标主动创建了包含丰富信息的个人档案，心理学家可以借此加快对他们性情的评估。于是，利用机器学习算法自动进行心理画像的研究纷纷上马。在这些算法的帮助下，情报机构得以通过自动化广撒网，使其影响范围媲美老式的发传单，但大大提高了信息的精确度，实现了定向传播。2011年，美国国防部高级研究计划局的研究经费开始流向社交媒体用户的心理画像和反政府信息在社交媒体上的传播，甚至在线欺骗。脸书、雅虎和美国国际商业机器公司（International Business Machines Corporation，简称IBM）都参加了该局资助的研究课题，评估信息在社交媒体上的消费和传播。俄罗斯也发起了社交媒体研究项目。

我去SCL上班的第一天，尼克斯就问我有没有听说过一家叫帕兰提尔的公司。他自己是从SCL一个人脉极其丰富的实习生那里得知这家公司的。这个实习生叫索菲·施密特——亿万富翁、时任谷歌执行董事长埃里克·施密特的女儿。几个月前，就在她实习快要结束时，她介绍亚历山大认识了帕兰提尔的一些高管。帕兰提尔的共同创始人是硅谷知名的风险投资家、脸书的独立董事彼得·蒂尔。帕兰提尔从风投公司那里拿到巨额资金，为美国中央情报局和国家安全局从事信息战，分析信号情报和数据，从而保障国家安全。美国国家安全局在英国的对应机构政府通信总部也是它的客户。尼克斯对此着了迷，他想让SCL做帕兰提尔正在做的事情。

我到岗后的前几个月，跟在剑桥上学的心理学家布伦特·克里卡德和他的朋友塔达斯·朱西卡斯一起在不同的国家做了几个小型试点项目。我第一次见到朱西卡斯是在皇家汽车俱乐部。这是一个会员制私人俱乐部，里面有酒吧、壁球场和台球房。上流社会在这里进行社交活动，做生意。它创建于1897年，那时候开车是一个十分费钱的爱好。直到现在，这家俱乐部的奢华优雅犹存。我抵达这个建有柱廊的俱乐部时，看到朱西卡斯正站在大堂一辆亮红色的古董赛车旁边，戴着一副玳瑁框墨镜，穿着剪裁精良的人字纹西装，胸袋里插着一块挺括的方巾。亮点太多了，但是我喜欢。

他带我走进俱乐部，喝了几杯花花公子鸡尾酒，然后我们去阳台上抽雪茄。朱西卡斯在立陶宛的乡间长大，小时候看过苏联坦克在他的镇上隆隆驶过。他显然非常聪明。我们坐在阳台上边品雪茄边讨论人工智能和数据管道时，朱西卡斯打开一个挎包，抽出一张他绘制的图表。之前克里卡德已经向他介绍过某些项目的范围，所以他事先拟定了一个数据科学管道，关于如何摄取、清除、处理和部署来自网民画像的数据。他博士阶段一直在研究怎样对秀丽隐杆线虫的行为建模并对其进行预测，他说这次只不过是把线虫换成了人。朱西卡斯建议编写自动采集数据的程序来收集各种数据，并使用算法进行估算，把来自不同数据源的关于同一个人的数据整合成一个单一身份，然后运用深度学习的神经网络来预测我们希望看到的行为。他说，我们还需要一个心理学家团队来创建改变行为所需的叙事，但是他的管道可以作为目标定位系统的初稿。不过，我最喜欢的是他使用了不同的颜色对图表进行编码，这让人想起伦敦地铁线路图。听了他的解说，我觉得他显然是最适合这份工作的人。

于是克里卡德、朱西卡斯和我开始合作，后来我还说服了马克·盖特尔森加入其中。突然间，我身边就围绕着一群着装完美、头脑聪明、怪癖多多的人。而尼克斯——那个咧嘴而笑、冷漠无情的推销员是我们这个团队的头目，他一点都不懂我们在做什么，但他会抓住每个机会向那些他认为有可能为此掏钱的人大力推销。他在办公室的领导风格就是一连串的傲慢宣言和低俗的荤笑话。

SCL内部洋溢着“怎么都行”的气氛，最能表现这一点的一个例子发生在我们开工几个月后。一般情况下，我穿的是T恤和套头衫，但有一天下午我参加完伦敦时装周的一个活动后进办公室时穿的是一件鲜艳的绛紫色普拉达上衣和配套的高腰裤，乳白色马丁靴上印着类似刺青图案的骷髅和玫瑰花。尼克斯看了我一眼，然后说：“克里斯，你穿了什么？”

对此克里卡德回答：“我们身穿普拉达反恐。”

为朱西卡斯构想的目标定位系统收集必要的数据并非易事，但也不是不可能，毕竟发展中的世界的历史进程中有局部侥幸。某些地区的传统的通信基础设施相当薄弱，这主要是殖民统治当局的腐败和疏忽所遗留下来的，但也有一些世界上最贫困的国家实现了技术跨越，在移动网络领域取得了引人瞩目的进步。

例如，肯尼亚的法律和传统阻碍了某些人开立银行账户，结果肯尼亚人用现金购买信用积分存在手机里，然后像交易数字货币一样交易积分，形成了一套独特的体系。事实上，我们发现许多较贫困国家的人民不信任银行，因为他们经历过经济危机、恶性通货膨胀和银行倒闭，于是宁可采用类似的移动端方法对此进行替代。这就意味着人人都需要拥有手机，而且手机信号要好，因此一些贫困国家对移动基础设施的投入速度较快，建设成果也颇为像样。

大量国民通过手机连上网络之后产生了一个意想不到的后果：特定人员可以追踪到任何人，为他们画像，并向他们传播信息。“伊斯兰国”“阿拉伯半岛基地组织”“博科圣地”等“圣战”组织早就已经认识到这一点，并且利用这种能轻易进入人脑思维的方法寻找属于他们的未来。这样一来，传统的战争规则就被颠覆了。

接下来，我们需要做一个案例研究——找一个地方，将目标的规模扩大到民族国家层面，以便向潜在的军方客户展示我们的能力。有130万人口的特立尼达和多巴哥正好符合我们的要求。它是一个岛国，自给自足但文化多元。该国的人口由非裔加勒比海人、印度裔加勒比海人和少数白人构成，所以研究其文化之间的张力将会妙趣横生。这是我们进行大规模实验的理想环境。

特立尼达和多巴哥的国家安全部想知道是否可以利用数据来识别该国有犯罪倾向的国民，以及是否可以预测他们将在何时犯罪、如何犯罪。

SCL在加勒比海的各个小国开展各种行动历史悠久。在它选择扶持的政治家当权后，公司往往会收回跟该国政府签订合同时投资的资金。SCL内部把这称为“少数派报告项目”。《少数派报告》是菲利普·K.迪克创作的短篇小说（史蒂文·斯皮尔伯格把它改编成了电影）。小说中，一个具有未来主义色彩的预防犯罪组织在人们尚未实施犯罪前就将其逮捕。然而真相是，特立尼达政府不仅仅对减少犯罪感兴趣。他们知道，如果我们能构建一个预测行为的工具，他们就可以把这个工具用到选举上。他们不想只把注意力集中在未来罪犯身上，还想瞄准未来的政治支持者。

研究团队预料到数据将如洪流般涌来，因为特立尼达政府的高层允许SCL读取未经删减的、未做匿名化处理的人口普查数据——在发展中的世界里，往往只有富人才关注隐私。从本质上来说，特立尼达政府一举侵犯了所有公民的隐私。

原始的人口普查数据显然对项目有用，但我们不能指望在发达国家获取同样的资源。SCL需要探索如何利用互联网来收集相关数据，创建一个能跨文化、跨国界运用的工具。于是，SCL走出的下一步是派人实地探访加勒比海地区的电信公司，询问它们是否可以允许SCL实时访问它们的数据流。令我吃惊的是，它们同意了。

SCL和一些承包商合作，访问电信数据流，选取某个IP地址，然后坐下来实时观察某个特立尼达人在网上浏览什么。我们毫不惊讶地看到，很多人在访问色情网站。他们浏览的内容毫无新意，包括富有特立尼达文化色彩的“特里尼达色情片”。我记得有一天晚上我坐在电

脑旁边，看到有个人在车前草食谱和色情片之间来回切换，尼克斯看的时候一直在笑。他的笑声轻佻幼稚到令人作呕。他查到了那人的IP地址，然后打开谷歌地图的卫星视图去看这人所住的街区。

尼克斯看电脑屏幕的时候，我开始观察他。因为有机会取笑他人、占他人的便宜，他是如此开心、如此下作。尼克斯，也就是他那些傲慢自大的同侪口中的“伯蒂”，就是这种人。他和许多老派的伊顿公学毕业生一样，擅长戏谑、调情和消遣。SCL的董事们派他负责公司的副业，操控非洲、加勒比海和南亚那些被人遗忘的国家的选举。正是跟那些小国的内阁部长在一起的时候，尼克斯才是完全地如鱼得水。他扮演英国绅士的角色，对这些政治家想在伦敦这个旧日帝国中心得到的东西有求必应——进入王室成员和首相时常光顾的著名俱乐部，拿到参加独家派对的请柬，或者如果有需求的话，优雅开明的女性的陪伴。

尼克斯利用了那些站在旧日不列颠帝国高处的男人的殖民地崇拜和不安全感。一旦获得了他们的信任，他就会穿针引线，介绍那些需要证明自己能力、寻找女人的部长同寻找腐败空子、希望旅行不被人注意到的商人认识。尼克斯发现主权是一种极具价值的商品。即便是最小、最寂寂无闻的岛国也能拿出两样有价值的东西：护照和免税。他继承了数千万英镑的财产，其实并不需要上班。他本来可以穷其一生追求高尚的事业或者靠他的信托基金优哉游哉地过一生，然而他选择了SCL。他情不自禁，对权力上瘾。他出生得太晚，没能主宰旧日不列颠帝国的殖民地，于是把SCL当成了现代替代品。有一次在会上，尼克斯说他开始“扮演白人的角色”。“他们只不过是黑鬼。”有一次他在给同事的电子邮件里提到巴巴多斯的黑人政治家时这么写道。

我们是彻头彻尾的间谍，而特立尼达的领导人为我们打掩护。观察某个遥远的小岛上的人在网上看什么给我们一种奇异的——不真实的——感觉，就好比我们在玩电子游戏，而不是在窥探有血有肉的现实人物的私生活。即使到了今天，回想起当时，特立尼达项目还是更像一场梦。

然而，这个项目我们真的做过。特立尼达项目是我第一次被卷入极其不道德的事件。老实说，这次经历激发了我的否定心理。观看这些直播视频的时候，我不允许自己把这些人想象成猎物，虽然这些人

根本不知道半个地球以外的邪恶观众正因为他们私底下的行为而忍俊不禁。特立尼达项目第一次让我体会到数字殖民主义的新浪潮。我们带着优越的技术和对道德的漠视不请自来，没比当年英王的军队好到哪里去。只不过这一次，我们跟往日的征服者有一个不一样的地方：我们是完全隐形的。

跟尼克斯共事没几个月我就看出来了，他没有真正的商业道德——或者说个人道德。为了赢得一个项目，他在所不惜，而且还常常在办公室里趾高气扬地走着，吹嘘自己达成的这个或那个交易。他把一切都描述成性征服：在谈判的早期阶段，双方“摩挲对方的身体”或者“悄悄伸进去一根手指头”。成交后他会大声宣布：“现在，我们正在做爱。”

2013年8月，就在开罗拉巴“大屠杀”发生后不久，埃及的政府官员来伦敦开会。社交媒体和手机应用程序上的即时通信在动员群众方面发挥了重要的作用，而拉巴“大屠杀”是“受其益”的早期运动。跟我们开会的埃及官员有意运用我们的信息项目来对抗他们口中的政治极端主义者。我们讨论了几种在运动中制造混乱的可能场景，包括利用手机上的即时通信散播谣言、通过安插卧底来激怒人群和逮捕示威者等。我不希望SCL承接这样的项目，而且我从道义上反对他们对我们提出的要求。正是此次事件让我认识到了反极端主义的主观性。在我看来，一边在巴基斯坦这样的地方打击“圣战”组织，一边又为埃及受伊斯兰极端主义者支持的独裁政府助纣为虐，创造属于它自己的暴政，实在是太虚伪了。可尼克斯不在乎。生意就是生意，他只想成交。

对我和SCL越来越庞大的心理学家和数据科学家团队来说，最大的挑战在于极端主义的客观实在本身。成为极端主义者意味着什么？极端主义究竟是什么？如何为它建模？这些都是主观定义，而且很显然，埃及政府的定义和我们的定义不一样。但如果你想量化和预测一个特质，你必须先为这个特质创建定义。我们一遍遍地用理论术语对这个问题进行讨论，但事实让我们警醒：你想怎么定义极端主义就怎么定义。最后，SCL没有承接这个项目，于是我把这个问题暂时放在一边，继续工作。

我开始试图在办公室里避开尼克斯——人人都这么干，因为他的行为让人反感。他想把我揽到他的羽翼之下，按他的形象重塑我，但

以惨败告终。第一个原因是我俩的背景大相径庭。即便我不觉得尼克斯的傲慢和势利是骇人听闻的，我也没法把自己伪装成“可敬的”老派伊顿公学毕业生，而他对我坚持不懈地指点——穿什么，该怎么说话，等等——反而让我更加难堪。我们有时候会因为钟情同一款威士忌而惺惺相惜，但大多数时候我都对他敬而远之。

最吸引我的是能为世界造福的项目，例如在中东化解被军方亲切地称为YUMs——年轻未婚男性（young unmarried males）——的激进情绪和根除“圣战”行为。我找理由说服自己在SCL多工作一段时间，心想即使尼克斯明显是个坏人，但SCL仍然有许多好人。我决定一心只做自己的项目，两耳不闻窗外事。

2013年年末，公司叫我去跟来自非洲某国的一个潜在客户见面。他们告诉我这将会是一个政治项目，需要在大选之前对选民进行定位。我不太了解那个国家，但我想我们可以通过移动网络或公共来源获取必要数据，于是我说“好啊”。后来，我们在伦敦的一家高级餐厅同客户见了面。原来那个客户是那个国家的卫生部部长。

起初，讨论的内容跟我预料的差不多，我们谈了客户需要什么服务，SCL将怎样满足他的要求等。后来，话题转向了项目的经费来源。SCL提了一个建议：客户可以利用该国卫生部现有的一个金额高达数百万美元的项目，悄悄地把SCL作为分包商加进去，这样就可以使用该项目的预算来进行政治研究。再后来，另一个职员发了一封跟进邮件：“一个较大规模的调查中所包含的与卫生相关的内容将成为选举宣传战的前奏。”邮件中还写道：“政治内容也已经获批。”这封电子邮件接着解释，卫生部进行的调查应包含一些有关投票行为和对执政当局的支持的提问。当然了，利用拨给卫生部的来自纳税人的经费来做竞选是非法的。

我在会议期间没有表态，但会后去找了亚历山大。“这不可能合法。”我告诉他。他回答：“你不能指望这些人守法，这是非洲。”

尼克斯特别擅长让他人怀疑自我，我在SCL工作期间也未能幸免。不过有时候，他的说服力没有那么强。有一次，他带我去了我们在新邦德街的新办公室上面的天台，要和我进行“男人之间的谈话”。他告诉我，如果我能帮他赢得一个项目，他就会送我一匹。显然，他

拥有一大群马。我说我不想要。“哦，好吧，”他说，“那么就送你一匹小马驹。”跟他谈过话之后，我往往不能确定自己应该有什么感受才对——到底是应该因为他的话生气，还是应该为自己的天真感到困窘。

我无法相信那个非洲项目能够按照公司的计划进行，但它确实付诸实施了。SCL写了一份分包计划书，提交给卫生部审批。在后面的许多个月里，随着跟卫生相关的项目的推进，部分经费——数百万美元——并没有真正流入卫生部的原定项目，而是被部长的竞选团队和SCL瓜分了。归SCL所有的那一份是该国大使馆用外交邮袋送来的，从而避开了所有边检或申报。我很早就同这个项目划清了界限，因为我认为它在道义上和法律上都出格了。

我越是深入参与SCL的项目，就越是感到该公司的办公室文化削弱了我的判断能力。随着时间的推移，我逐渐习惯他们的腐败和对道德的漠视。人人都为我们的发现兴奋不已，但我们愿意以研究新领域之名走多远呢？会不会终于有人在某个时点上说“够了”呢？当时的我不知道答案。说实话，我不愿意想这些问题。就在那时，尼克斯给我发了一封电子邮件：“我希望你去见见美国来的史蒂夫。”

注释：

[1]即“camp”，一种夸张、滑稽的审美风格。

[2]反映人们对某种活动或工具的学习速度与效果变化规律的曲线图。

第四章 美国来的史蒂夫

黑客的目标是找到某个系统的薄弱环节，而后加以利用。在心理战中，薄弱环节是人们的思维缺陷。如果你试图黑进一个人的思想，你得先识别出这个人的认知偏差，然后才能加以利用。

我一定不小心睡着了，因为列车员的声音让我惊醒过来：“剑桥站到了，请下车！”那是2013年10月的一天，我清晨5点醒来去赶6点40分从伦敦国王十字火车站出发的火车。尼克斯为了节省5英镑车费，给我订了早班火车。我从座位上跳起来，一不小心撞到了身边的老太太。她只是像典型的英国人那样握紧提包怒视我。我一边往外跑一边扭头道歉，不料被绊倒了。“请留意车厢和站台之间的空隙！”太晚了。

我爬起来，结果意识到我的钱包不知怎的就不见了，然后我惊恐地看着火车缓缓驶离了车站。啊！既没有现金又没有银行卡的我打电话给尼克斯，让他帮我叫一辆预付费的出租车。“走过去吧，”他说，“你太不小心了。”我实在是太累了，不愿意同他争辩，而且他的心情显然不好，所以我就遵照他的提议，步行走出车站，走进10月初清晨的薄雾细雨中。剑桥才刚刚开始苏醒。

离约定的会面时间还有几个小时。为了消磨时间，我在一个名为帕克公园的小小公共绿地里闲逛，一座教堂的尖顶掩映在树梢后面，身边不时经过早起锻炼的学生运动员。离开公园后，我穿行于市里弯弯曲曲的中世纪时期的石头街道，路过各种小商店和建于1209年的英格兰第二古老的大学的巍巍高墙。接着，我走到康河边的汤普森路，抵达小巧玲珑但显然价格不菲的瓦尔斯蒂酒店。

因为在一家军事承包商公司工作，所以我见识过各种各样的怪人，其中的大多数都强烈希望做到绝对谨慎——首次会面前不知道对方究竟是哪路神仙完全正常。此次会面的前一天，尼克斯进办公室的时候有点焦虑不安。他直接走到我的座位那里，双手撑在我的办公桌上，身体前倾靠近我的脸。“我需要你明天去剑桥见个人，”他说，“我搞不懂他在想什么，但我觉得你可以搞懂。”

我问他那人是谁。

“我稍后发邮件告诉你细节。”

邮件里并没有细节，尼克斯只是告诉我去见“美国来的史蒂夫”，这条信息十分无用。除了叫我“带上数据”，他没写别的指令。

我在酒店大堂里孤零零地坐了一个小时才发短信给尼克斯，问他要史蒂夫的电话号码。他读了我的短信，却没回复。又过了十五分钟，一个板着脸孔的人走过来，打量了我一番。

“你是那个人吗？”他问。

“是，我是。”我回答。按照我以往跟SCL的客户打交道的经验，我原以为自己会见到一个政府机关或情报部门的官员。没想到眼前这位却是一个穿着双层领衬衫的邋遢男，就好像他在换上新领子前忘记把旧领子取下来了。他一副刚刚飞越大西洋的模样，胡子没刮，头发油腻，风尘仆仆。他的眼睛里有红血丝，同皮肤上密密麻麻的红斑痤疮十分匹配。总之，他给人的印象介于二手车推销员和疯子之间。他看上去很疲惫，或者说很茫然；我猜这只是时差的缘故。

电梯是典型的英国产品，勉强挤下两个人。也就是说，我得绷紧身体才能避免同这家伙有肢体接触。我当时穿着藏青色的德赖斯·范诺顿西装裤，与之相配的外套式衬衫塞进裤腰，乍一看像是穿了斜着剪裁的连身裤。

“你跟我想象的不一样。”他半开玩笑地说。是呀，你也不是什么俊男……

他住在顶层的一个套房里。除了主题墙上的亮色墙纸，室内装饰全部走极简的现代主义路线，同俯瞰到的中世纪式古城的全景形成鲜明的对比。没看到行李，有点奇怪。但这个念头不值得细想，一闪而过，然后我犹豫起来。哦，等等，我跟某个老家伙单独待在酒店的一间高级客房里。我的视线越过大号床，瞄到床头柜上放着一小瓶护手霜。尼克斯是不是拿我当鱼饵？

我抓紧自己的书包，希望里面的笔记本电脑够重，能够有效击中目标。就在那一刻，史蒂夫·班农走到床旁边的大沙发那里，请我落座。他自己则拉过来一把椅子，还问我要不要喝水。我大大松了一口气。他坐下的时候，肚子上的赘肉堆叠到了腰线上。

“尼克斯告诉我，你在做文化改变方面的研究，”他说，“给我讲讲吧。”

我告诉他，我们正在使用计算机对文化趋势进行量化，然后预测它们在有极端主义风险的地区会怎样演变。“我们试图窥探文化的命运。”我想把数十年的计算理论和社会理论压缩到这个介绍里。班农翻了翻白眼。“好，好，好。少说废话，告诉我你们具体是怎么做的。”

我们一共谈了四个小时——不仅谈政治，还谈时尚和文化、福柯、第三次浪潮的女性主义者朱迪斯·巴特勒，还有破碎的自我。从表面上看，班农很容易看透——又是一个白人老直男，但他说起话来有种出乎我意料的清醒。事实上，我很快就认定这是个酷哥们。我们开始交流如何对文化进行测量，我主动提出给他看一些我们的数据。我打开一个Tableau工作簿，调用了一张特立尼达地图。我点了一个按键，地图上逐渐出现了一层黄色荧光点。“顺便提一下，每个点都是一个活生生的人，”我说，“我们有他们的人口统计数据……性别、年龄、种族。”

我又点击了一下，更多的圆点出现了。“现在，我们添加上这些人的线上足迹，比如网页浏览历史。”

我继续点击了一次。“这里是人口普查信息……现在是社交媒体画像。”我不断地往地图上添加信息层，他的身体倾了过来。地图上的亮点越来越多，一小簇一小簇的圆点开始向外扩展。我最后点击了一下，呈现出的地图让人眼花缭乱。他问我经费从哪儿来，我告诉他我不能说。接着我给他概括介绍了那些由美国国防部高级研究计划局资助的关于社交媒体网络的研究，之后他问是否可以在美国开展类似的项目。

“我看没有什么不可以的。”我说。

20世纪50年代早期，史蒂夫·班农出生于弗吉尼亚州一个信奉天主教的爱尔兰裔工人阶级家庭。他上过天主教的军事高中，在弗吉尼亚理工大学拿到城市事务学位，然后入了伍，担任海军水面作战军官，此后进入五角大楼，负责撰写美国海军舰队在世界各地服役情况的报告。20世纪80年代，他转向学术界——1983年获得乔治城大学国家安全研究硕士学位，1985年获得哈佛商学院MBA学位。在几家投行工作后，班农跑到好莱坞拍起了电影，担任执行制片人、导演和编剧。他参与过30多部电影的制作，其中一部是罗纳德·里根的纪录片。2005年，班农加入总部设在香港的网络游戏娱乐有限公司（IGE）。一年后，他为公司引入了6000万美元的投资，其中半数来自他的老东家高盛集团。该公司后来改名为阿非尼蒂媒体控股（Affinity Media Holdings）。班农继续在该公司担任高管，直至2012年加入布赖特巴特新闻网。接着，班农和别人一起联合创办了政府问责机构（Government Accountability Institute）。该机构后来出版了布赖特巴特新闻网的自由撰稿人彼得·施魏策尔撰写的《克林顿摇钱树》（Clinton Cash）一书。

2005年，右翼评论家安德鲁·布赖特巴特创建了在线新闻聚合器Breitbart.com。2007年，该网站开始以“布赖特巴特新闻网”的名义发表原创内容。这个网站是在布赖特巴特的个人理念下运作的，人称“布赖特巴特学说”：政治源自文化，如果保守派想有效地抑制美国的进步思想，他们必须首先挑战文化。有鉴于此，布赖特巴特新闻网不仅是一个媒体平台，还是一个转变美国文化发展方向的工具。

安德鲁·布赖特巴特（他介绍默瑟一家和班农相识）于2012年骤然去世，班农接任其高级编辑的职位，同时继承了他的理念。我和班农第一次见面时，他是布赖特巴特新闻网的执行董事长，来剑桥的目的是在伦敦新建的布赖特巴特新闻网的办事处网罗有前途的青年保守分子和其他合适人选。他对英国感兴趣的原因在后续的英国脱欧事件中将会被世人知晓：英国是美国人的一个重要的文化能指。班农后来告诉我，要是能赢得英国人的心，美国人就不在话下，因为好莱坞的神话和修辞已经把英国塑造成一个由受过良好教育的理性又优雅的人组成的国度。不过，他遭遇了一个棘手的问题：尽管布赖特巴特新闻网制造出不少喧哗与骚动，但它被归类为性欲无处宣泄的青年白人男子才光顾的网站。玩家门是它掀起的文化战中最早、知名度最高的例子之一：几名女性试图曝光游戏行业的厌女现象，结果被人肉，受谩

骂，收到无数死亡威胁。这场由玩家发起的大规模战役反对进步论者把女性主义意识形态强加到游戏文化上。

玩家们不是布赖特巴特新闻网煽动的，但班农认为这是一个重要迹象，表明愤怒孤独的白人男子如果感到自己的生活方式受到了威胁，将会以难以置信的热情投入抵抗。班农意识到培养性饥渴的处男们的厌女症非常有用，这些人对无政府主义的愤怒和“贝塔男[1]起义”的论调在网络的犄角旮旯里慢慢发酵。不过，培养一支由非自愿独身者（incel）组成的军队还不足以掀起他所幻想的运动。他需要找到一种新方法。

接下来是剑桥分析传奇中较为奇特的时刻之一——同一个航班上的陌生人随意聊了会儿天，结果改变了历史。在我见到班农前几个月，马克·布洛克和琳达·汉森这两位共和党聘用的顾问在坐飞机时碰巧坐在一位退役军官旁边。这位军官曾经是一家在选举中用过“网络战”的公司的分包商。布洛克睡着了，汉森则跟她的邻座聊起了天，从他那里听说了SCL的信息战项目。飞机着陆后，汉森告诉布洛克，他们需要联系尼克斯。布洛克曾经担任过赫尔曼·凯恩的竞选经理，同许多共和党圈子里的边缘成员关系很好。他认识班农，并且马上意识到班农会对SCL感兴趣。于是布洛克在班农和尼克斯之间牵线搭桥，而我则紧张地跑到这个酒店套房，见到了那个后来大肆操控美国人心理的人。

在我去瓦尔斯蒂酒店前，尼克斯已经在纽约跟班农见过几次面。尼克斯试图向他解释我们的项目，但遇到了一个问题——他其实并不懂我们在做什么。他对这一领域的了解和班农不在一个层次上。班农更看重研究的细节，而不是研究人员的出身。在SCL内部，尼克斯一般被其他董事派去跟公司“不太重要”的客户打交道。他的父亲曾经是公司的大股东，于2007年去世后，他才在公司里活跃起来。尼克斯毕业于曼彻斯特大学艺术史系，成绩平平。比起画廊或图书馆，他更喜欢有钱的朋友和其家人名下的企业。

对更习惯于跟旧日不列颠帝国殖民过的发展中国家的部长或商人打交道的尼克斯来说，班农并非一个典型的客户。班农不需要从某个热带国家那里拿到第二本护照，不用在伦敦寻求殖民时期的角色扮演，也不在乎尼克斯的发音和他身上定制西服的工艺。班农想要货真

价实的东西。尼克斯习惯了用穿着清凉的乌克兰女子和自我陶醉的伊顿公学式的戏谑去诱惑部长，面对班农他自然找不到北。

起初，尼克斯向班农提议到伦敦蓓尔美尔街的某个地方见面。这条两边都是宏伟石头建筑的街道在白金汉宫以北几个街区的地方，始于特拉法加广场，止于16世纪建造的王室住所圣詹姆斯宫。该地区有几家英国所独有的私人绅士俱乐部。在那里，打黑领带是常态，而尼克斯和他的同侪在一派奢华中参加社交活动，觥筹交错。尼克斯原本打算在卡尔顿俱乐部的包房里请班农吃一顿精美的晚餐，还精心选定了菜单和侍者，不想在最后一刻被班农拒绝了。

然而尼克斯知道，每个人，包括班农在内，其实都有一个壮志未酬的秘密自我压抑在心头。他意识到，这个美国人去英格兰古老的大学城闲逛，是为了扮演一个角色——班农揽镜自照时看到的是一位哲学家。为了赢得班农的青睐，尼克斯需要帮他实现当大思想家的心愿，因此我的“学术”气息正好可以用来引诱班农进入这场角色扮演游戏。

今天班农已经出名了，但2013年秋天我们俩坐在那间酒店客房里的时候，我对美国来的史蒂夫根本一无所知。即便如此，我很快就发现我们志趣相投。虽说我们投身于政治，但真正让我们热血沸腾的是文化。他的雄心在电影界，我的雄心则在时尚界。他放任我解构流行趋势，同意我的看法，也认为我们的许多社会规范归根结底就是美学。此外，我们俩都看到了技术界和线上空间正在酝酿的风暴。他跟我谈起了游戏玩家、表情包和大型多人在线角色扮演游戏（MMORPG）——像《魔兽世界》那样玩家众多的在线游戏。他在一个句子里用了“pwned”一词。这是游戏玩家的说法，意为操控对手或对其进行羞辱。我们那些在旁人眼里的怪异之处让我们一拍即合。跟他聊得越久，我越是觉得惬意，真是出乎意料。他不是政治仆从，而是“书呆子”，可以跟我畅所欲言。

班农说他对文化改变感兴趣，我问他怎么定义文化。他沉默了许久。我告诉他，如果你不能定义某事物，你就无法测量它，而如果你不能测量的话，你就无法得知你是否正在改变它。

我没有给班农深入地讲理论，而是给他举了一个大大简化了的例子，用文化刻板印象来说明什么是文化。意大利人名声在外，据说比其他国家的人都热情外向。（我跟一个意大利人约会过，可以证明这个名声有其可信之处。）虽说并非所有意大利人都声音响亮、热情洋溢，但如果你去意大利，你可能会发现比起德国或新加坡等地，那里有更多人表现出外向的性格。这可以被看作常态——外向或响度正态分布曲线上的峰值点。或许意大利的峰值比别的国家的高一点。

我们在描述文化的时候使用的是描述人格的语言和词汇，我们用同样的字眼来描述人民和民族[2]。一方面，我们不能把刻板印象强加到个体身上，因为每个人都不一样。但另一方面，从广义上来看，意大利文化相较于许多其他文化，的确可以被描述为一种或许更加外向的文化。

如果我们能够从个人数据中测量或推断出个体的某些特质，然后用那些相同的特质来描述一种文化的话，我们就能画出一个分布图，为那种文化创建一个大概的度量标准。有了这个框架，我们就有可能对如何利用来自社交媒体、点击流或数据供应商的个人数据识别出不同人群这一问题提出建议。例如，我们可以通过分析意大利个体消费者和用户的行为模式识别出最外向的意大利人。接下来，如果有人想让这种文化稍微改变一下，变得不那么外向，这类数据可以给我们一张按外向程度排列的实名制的意大利人名单。我们可以持续追踪他们并向他们传播定向信息，一点一点地削弱他们的外向人格。换句话说，文化改变可以被视作轻微地上移或下移文化分布曲线。有了数据，我们就能把文化分解成个体，而个体就是其所在社会的可移动单位。

班农爱讲话，但每当我讨论起他感兴趣的话题的时候，他就会安静下来，甚至对我毕恭毕敬。不过，他也很想回到框架的应用这个话题上。如果想弄明白实际操作，不妨想一想公共卫生。如果有一种传染病威胁到某个人群，你首先会让某些带菌者免疫——通常是婴儿和老人，因为他们最易感染。然后是护士和医生，教师和公共汽车司机，因为即便他们自己不得病，却也会由于社会互动多而最可能传播传染病。同样的战略可以帮助你改变文化。例如，要是想提高某个人群对极端主义行为的适应力，你首先得识别出哪些人最容易受到武器化信息的影响，判断哪些特质导致他们容易被传染性叙事影响，然后

持续向他们灌输一种反叙事，以便改变他们的行为。当然了，这个战略从理论上来讲也可以倒过来用——用于培养极端主义思想，不过我对此根本不加考虑。

黑客的目标是找到某个系统的薄弱环节，而后加以利用。在心理战中，薄弱环节是人们的思维缺陷。如果你试图黑进一个人的思想，你得先识别出这个人的认知偏差，然后才能加以利用。如果你在街上随机拦住一个路人，问她“你幸福吗？”，她很可能说幸福。然而，如果你拦住同一个路人，先问她“你最近几年有没有长胖？”或者“你的高中同学是不是有比你更成功的？”，然后再问她“你幸福吗？”，她回答幸福的概率就会降低。这个人的处境和过往的历史并没有改变，但她对自己人生的认知改变了。为什么？因为在她心目中，有一个信息获得了比其他信息都高的权重。

作为发问人，我们操控了她对那个信息的权重分配，她的判断也因此受到影响。我们让她人生的心智模型产生了偏差。那么，到底哪一个判断才是真的呢？她到底幸不幸福？答案取决于哪个信息最先出现在她的思维过程中。心理学把这叫作“启动”[3]。而这实际上也是化数据为武器的方法：你研究出哪些重要的信息必须先传递，借此影响一个人的感受、信念和行为。

除非某人的父母是神秘的伏尔甘[4]，否则地球上没有人是纯粹的理性思考者。我们都受到认知偏差的影响。认知偏差是我们在思维过程中经常发生的失误，导致我们对信息做出有缺陷的主观解读。人带着偏差处理信息完全正常——事实上，每个人都这样，而且这些偏差在日常生活中往往都是无害的。它们并非随机发生，而是系统性的失误，即它们让非理性思维的常见形式有规律可循。心理学领域其实已经识别出数以千计的认知偏差。有的偏差很常见，看起来像直觉，人们甚至很难认识到它们其实是非理性的。

例如，心理学家阿莫斯·特沃斯基和丹尼尔·卡内曼在一项研究中向受试对象提了一个非常简单的问题：“假设你从一个英语文本里随机选择一个单词，请问以下哪一种情况发生的概率较大——该单词的首字母是k，还是该单词的第三个字母是k？”大多数人选了第一种情况，也就是该单词的首字母为k，如kitchen（厨房）、kite（风筝），或者kilometre（千米）。然而实际情况正好相反。我们在一个典型的英语

文本里遇到第三个字母为k的单词的概率是首字母为k的单词的两倍，如ask（问）、like（喜欢）、make（制作）、joke（玩笑）或者take（拿）。两位心理学家一共做了五个字母（k、l、n、r和v）的测试。我们比较容易想起单词的首字母，因为我们从小学着按单词的首字母来组织所有单词（或者按首字母顺序排列）。然而，人们错把易于回忆同发生频率或概率混淆起来，哪怕两者之间的差别很大。这种认知偏差被称为可得性启发，它仅仅是影响我们思维的众多偏差之一。正是由于这种偏差，在电视上看到较多暴力谋杀新闻的人倾向于认为整个社会正在变得越来越暴力，而总的说来，真相却是全球谋杀率在过去四分之一个世纪里呈现下降趋势。

基于我先后在政界、时尚界和信息战领域的经验，我一直在思考这些东西。例如，政治极端主义是一种跟时尚有共性的文化活动：两者均基于文化信息如何通过网络节点扩散。圣战主义的兴起和卡骆驰鞋的流行均可视为信息流动的结果。我开始为SCL的反极端主义工作研究文化信息时，援引了我在探索时尚预测时使用过的类似的概念、方法和工具——采用周期、扩散速率、网络同质性，等等。我的工作其实就是试图预测人们将会如何内化，而后传播文化信息——无论这意味着是要加入死亡邪教还是选择一身行头。

班农马上就听懂了，他甚至告诉我，他和我一样相信政治和时尚从本质上来说是同一种现象的产物。显然，他在情报收集这个问题上比我见过的许多政界人士都看得远、看得深。正因为如此，他的影响力才会这么强大。后来我得知，他之所以阅读多元的女性主义或身份流动性方面的论述，并不是因为他思想开放，而是因为他想逆转它们——他想要识别出人们看重的东西，然后将其转化为武器。初次见面的那天，我并不知道班农是因为想打一场文化战才来找信息武器方面的专业人士以帮他打造军火库的。

班农和我显然观点一致。那天我们的谈话毫无阻滞，感觉像是在调情——当然没有，否则也太恶心了。可在心智方面我们的确十分契合。会面结束后，我精神振奋，因为有人愿意花时间听我的想法并认可我。初次见面，我觉得班农是个讲道理的人，甚至称得上是个好人。我看得出来，他喜欢学习新理念，并为新理念带来的可能性激动不已。不过让我印象最深的是，这家伙是个文化专家和技术痴人。我意识到他有一点自由主义者的迹象，但政治我们谈得不多。

然后我想起自己的钱包丢了。我打电话给尼克斯，告诉他事情的进展，以及我需要一张新火车票。“克里斯，我很忙，你自己解决。”

班农对我们的工作感兴趣不全是出于学术考虑，他有很大一盘棋要下，而SCL将是重要的棋子。他告诉尼克斯，或许可以说服某位右翼大金主投资SCL。罗伯特·默瑟是一位不走寻常路的亿万富翁。20世纪70年代初，他获得计算机科学博士学位后在美国国际商业机器公司这台大机器上当了二十多年的小齿轮。1993年，他入职一家名为文艺复兴科技公司的对冲基金，借助数据科学和算法进行投资决策，结果挣了好多钱。默瑟跟那些为了追逐利益疯狂买进卖出的人不一样，他是一个极其内向的工程师，专心把自己的技术技能应用到挣钱这个兼具艺术和科学性的事业上。

历年来，默瑟给各类保守党宣传战的捐赠高达数百万美元。他还建立了默瑟家族基金会，由他时年39岁的女儿丽贝卡来管理。起初，该基金会赞助项目研究以及其他慈善机构，但后来也开始向有政治倾向的非营利团体捐赠。他的财富和影响力让他和科赫兄弟、谢尔登·阿德尔森一起跻身共和党最大金主的行列。听说默瑟有意投资SCL，尼克斯垂涎三尺。默瑟的投资行为颠覆了金融行业。文艺复兴科技公司是该行业投资业绩最佳的对冲基金之一，而且默瑟在创立公司的过程中避开传统的金融专业人才，偏好招聘物理学家、数学家和科学家来构建他公司的算法。然而，默瑟看似要我们尝试一个比文艺复兴更加野心勃勃的项目，在颠覆的同时做到盈利。他要我们为一个国家的所有人画像，输入他们的人格和独特行为，再把这些画像植入那个社会的计算机模拟上。我们将建造虚拟社会的首个原型。如果我们能在电脑上模拟一个经济体或一种文化，设计出那些跟真人有同样特质的虚拟代理，我们就有可能创造出迄今为止最强大的市场情报工具。此外，通过向这个模拟输入量化的文化信号，我们正在进入一个类似文化金融的新领域。当时我们想，如果这次做对了，我们就可以为整个人类社会的不同未来进行运行模拟。别惦记做空某几家企业了，把眼光放到整个经济体上。

后来我们才得知默瑟的打算超越了经济，但当时我们把注意力集中在展示SCL的能力上。经过讨论，班农决定让我们去弗吉尼亚州做一个概念验证。弗吉尼亚州好比美国的真实缩影，它兼具美国北方和南方的特点。它有山脉和沿海地区、军事重镇、富裕的华盛顿哥伦比

亚特区郊区、农村和农场。它有富人有穷人，有黑人也有白人，很有代表性。弗吉尼亚实验标志着我们第一次在美国操控数据。跟我以前做过的加拿大自由党和英国自由民主党的项目一样，我们从定性研究切入——找当地人进行无结构的、开放式的谈话。SCL的团队成员没有一个是美国人，而且我们对弗吉尼亚一无所知。在我看来，它跟加纳一样陌生。显然，我们的第一步应当是去弗吉尼亚找当地人交流，了解他们怎么看世界、关心什么议题。只有在他们用自己的方式在熟悉的环境里向我们做过自我介绍后，我们才能生成提问列表。一旦我们对弗吉尼亚人在意什么、怎么看问题有了更好的了解，我们就能为定量研究设计特定的提问。政治和文化难解难分，我们往往没有办法分割开来研究。

于是，我和马克·盖特尔森、布伦特·克里卡德等人飞到美国，于2013年10月全州大选前抵达弗吉尼亚。我们在焦点小组讨论中听说，受访者对共和党州长候选人、前州检察官肯·库奇内利有顾虑。后者属于超级右翼人士，主张减少已经赋予同性恋者的权利，反对环境保护。共和党在弗吉尼亚州有一大批基督教福音派选民。如果库奇内利想赢得大选，那他必须获得他们的支持。但我们通过研究发现，福音派选民投完票后，他对他们极尽讨好之能事，反而弄巧成拙，引起了对方的反感。

库奇内利提议向一所联邦法院请愿，要求其推翻针对弗吉尼亚州《鸡奸法》的判决。这项禁止口交和肛交的法律于1950年通过，2013年被美国联邦第四巡回上诉法院驳回（因为2003年美国最高法院决定合法化自主同意发生性关系的成年人之间的行为）。库奇内利认为，打击恋童癖需要这项法律。有关他的报道让我想起我们在非洲某些地方遇到过的狂热的政治家，他们痴迷于抨击同性恋行为和卧室罪行。社会极端主义者和怪人哪儿都有，就连美国白人中产阶级里也找得到。

参加我们焦点小组讨论的人，尤其是热血沸腾的美国直男，不断强调他们觉得这事太古怪了。禁止同性恋发生性行为没错，但是为什么要禁止所有不以繁殖后代为目的的性行为呢？库奇内利为什么如此反对口交呢？咱们实话实说——那是不是有点古怪？这些人反复说他们不喜欢想起库奇内利，也不喜欢看到他得势，谁能怪他们吗？这个议题听得多了，我们决定做个实验。

根据人格五因素模型，保守党人一般会表现出两种特质：开放性得分较低，尽责性得分较高。广义而言，共和党人不太可能追求新奇事物，也不太可能会对新鲜体验表示好奇（出柜人士显然是例外）。与此同时，他们偏好结构和秩序，不喜欢意外。民主党人更开放，但往往尽责性得分较低。这就部分解释了为什么政治辩论往往围绕行为和个人责任感展开。

定性研究给了我们很多启示，其中之一是库奇内利对口交的执迷让弗吉尼亚州的共和党人反感。心理测量结果也告诉我们，共和党人不喜欢不可预测性。我们能不能利用这两个观察结果来制定一个战略，改变人们对库奇内利的看法呢?

这时候，盖特尔森的聪明才智发挥了作用。他对阿尔法男[5]选民和库奇内利争取不到他们的支持一事特别感兴趣，但他也知道向这些人定向传播信息很难，所以他把注意力集中在古怪这个因素上。库奇内利的古怪让人反感。要是他在传播信息的时候承认自己已经认识到这一点会怎样？我们决定测试一条简单明了的信息：“你们可能不同意，但至少你们知道我的立场。”这样一来，即使人们认为他的立场很荒谬，这条信息至少还能把荒谬转化成可预见的、有序的荒谬。

我们召集了焦点小组，收集了在线样本，进行了数字广告实验，想看看这句口号的效果如何。结果它的效果比我们试过的所有其他信息都好——即便它实质上空洞无物。这是一个重大发现：根据心理测量结果定制候选人向选民传递的信息能够影响选民的意见。因为这么多共和党人都表现出了上述人格特质，我们此次所传递的信息的基本框架——我就是这样的人，你们知道我的立场——或许在别的共和党人身上也会奏效。这个战略用在那些尽责性得分较高、对是否要支持库奇内利一事犹豫不决的人身上效果比较好。对他们来说，这条信息把库奇内利塑造为“你了解的恶魔”，让他那突出的“古怪”变成可靠的“古怪”。

事实表明，共和党人可以接受癫狂的候选人，只要这种癫狂始终如一。这一发现后来指导了剑桥分析几乎所有的工作。当然了，有了这么一个发现之后，离某位候选人吹嘘说他可以在第五大道上开枪杀人，支持率也照样不变不远了。

实验期间，我们收集了大量弗吉尼亚居民的个人信息。获取这些信息并不费工夫——我们通过益博睿、安客诚（Acxiom）和有着专门名单的小众公司这样的数据掮客向福音派教会、媒体公司等处购买数据，甚至某些州政府还会卖给我们申领过狩猎证、钓鱼证或持枪证的居民名单。这些州政府官僚在乎州民数据的流向，甚至在放行数据前问过我们一句拿数据去做什么吗？答案是否定的。我们可能是诈骗犯，也可能是外国间谍，但他们对此一无所知。

大多数听说过益博睿的人都认为它是一家消费者征信企业。该公司初创时，的确是做这项业务的，根据各种不同的金融因素为消费者计算信用评分，为此它广泛收集信息——航空公司会员、媒体公司、慈善机构，甚至游乐场都可以成为它的信源。它还从政府机构那里收集信息，例如机动车辆管理局，狩猎证、钓鱼证和持枪证的发放机构等。在收集这些详尽的个人档案的过程中，该公司意识到可以把它们用在市场营销上，从而为公司带来额外收入。

20世纪90年代，政治战略家们开始购买个人信息来为竞选服务。想想看：要是你知道某人开什么样的轿车或卡车、打不打猎、捐款给什么慈善机构、订阅什么杂志，你就可以开始为那个人画像。许多民主党人和共和党人都有特定的形貌，而数据快照会截取这个形貌，然后你就可以根据这一信息向潜在选民进行定向传播。

我们也有人口普查数据。美国政府跟那些隐私管制较为松弛的发展中国家的政府不同，它不提供特定个人的原始数据，但你还是可以获得具体到县或街区层面的信息，包括犯罪、肥胖、糖尿病和哮喘等疾病的情况。一个人口普查区通常包括600~3000人。也就是说，通过组合多种数据来源，我们可以建立模型，对其中的个体属性进行推断。例如，我们可以把年龄、种族、所在地、收入、对健康食品的兴趣、餐馆偏好、健身房会籍和减肥产品使用史等（所有这些数据都可以在大多数美国消费者的档案中找到）糖尿病的风险性或保护性因素同一个地方的糖尿病发病率的合计数据匹配起来，为某个特定街区的每个居民打分，估算他们罹患糖尿病等健康问题的概率——即使人口普查或消费者档案不会直接提供这个数据。

盖特尔森和我花了很长时间摸索各种属性间的随机又怪诞的组合。有没有人既获得了持枪证又加入了美国公民自由联盟？有没有人

既购买了某交响乐团的季票又是美国全国步枪协会的终身会员？有没有同性恋的共和党人？有一天，我们甚至还想到，会不会有人既向反同性恋教会捐款又去有机食品商店购物？于是我们检索了试点研究中收集到的消费者数据集，发现真有少数这样的人。

我很想立马见见这批神秘生物中的一员，一方面是因为好奇，另一方面是想确认一下我们的数据是否准确。我们把这些人的名字调出来，发给一个呼叫中心，让那里的工作人员逐一打电话询问他们愿不愿意见见研究人员，回答几个问题。大多数人不愿意，但有一名女士同意了，我迫不及待地想见到她。她的消费习惯看起来杂乱无章——她在全食超市购物，对瑜伽感兴趣，但又是某个反同性恋教会的会众，还捐款给右翼慈善机构。这让我怀疑要么是我们的数据有问题，要么是这名女士是全美国最有意思的人之一。

这名女士的数据指引我来到费尔法克斯县郊区一座普通的错层房屋前。我犹豫了一会儿。“呃，会不会尴尬呀？”但我都已经来了，所以还是走上前去按响门铃。我听到头顶上方风铃大作，旋即一个顶着一头精心吹过的金发的活泼女子打开了门，差点朝我扑过来。“嘿！快进来！”进门的当口，我注意到她的确穿着露露柠檬牌瑜伽裤。她带我来到客厅，里面有熏香的味道，佛像跟印度教象头神迦尼萨并列，然后我瞄到了墙上的十字架。真是琳琅满目。

她问我要不要来一杯自制的康普茶，我说好的。她跑到厨房，打开一个大罐子，把里面口味浓郁、有点结块的液体倒进杯子里。

“这是真正的益生菌。”

“是啊，我看得出来。”我看着杯子里漂浮着的块状物体答道。

我们聊了起来。她喜欢援引新时代运动（New Age Movement）的术语，说自己努力“调校自己的正能量”，灵感无疑来自她书架上迪帕克·乔普拉的著作。然而，当我们的话题转向道德时，她的观点顿时切换到福音教派，坚信恶人必将在地狱里经受火与硫黄的煎熬，尤其是同性恋者，她知道他们会直接下地狱（这里没有双关义）。不过，她在表达这个信念的时候还是采用了奇特的大杂烩做法：她说人变成同性恋就像体内的能量受阻—— 一个罪孽深重的阻断。她向我传播了

两个小时的福音，而我则坐在那里飞快地记笔记。这架势就像我俩在参加一场乱了套的心理治疗。

离开的时候各种想法在我脑海里盘旋。我感觉自己窥探到了某种重大发现的端倪，因为普通民调专家到底会把这名女士分进哪一类呢？这次经历让我相信，我们需要投入更多的心力，理解人口统计资料里的乾坤。我见过灵长类动物学家珍·古道尔，一直记得她说过的一句话。那是某次参加招待会的时候，当时我问她为什么舍弃可控的实验室环境去野外研究灵长类动物。“很简单，”她说，“因为它们不在实验室里生活。”人类同样也不在实验室里生活。如果我们真想理解人的话，我们必须时刻铭记，他们生活在数据集之外。

如果你对一件事感兴趣，你会不知不觉地深陷其中，这真的很神奇。我们是一家英国军事承包商，有宏大的理念，正在招募越来越多的团队成员，大多数是同性恋，而且大多数是自由派的数据科学家和社会研究者。那么，我们为什么会和对冲基金经理、计算机科学家，还有一个运营小众右翼网站的家伙走到一起呢？因为这是一个杀手级的理念。我们有完全的自由，可以研究文化这么一个抽象而流动的东西，我们有可能开创一个全新的社会研究领域。如果我们能把社会放进电脑里，我们就可以对社会上的一切进行量化，把贫困和种族暴力之类的问题压缩进电脑，我们还可以模拟解决这些问题的方法。正如上述我采访的那名女士没有看出自己崇拜的神像有矛盾之处，我也还没有看出自己当时正在做的事情有什么矛盾之处。

注释：

[1]成就平平、性格温和的年轻男性。

[2]原文为“people”，作不可数名词时指“人民”，作可数名词时指“民族”。

[3]先前经验对随后的认知任务产生正向或负向影响的过程。

[4]罗马神话中的火神。

[5]在群体中游刃有余、能够掌握大局的领袖型男性。

第五章 剑桥分析

> 到了给默瑟家族投资的新实体起名的时候，班农选择了剑桥分析，他说这是因为我们的总部在剑桥。所以说，剑桥分析的第一个定向目标就是班农本人。波将金站完美体现了剑桥分析的核心和实质，那就是给人们看他们想看的东西，不论真假，从而操控他们的行为，让这门艺术臻至化境。

2013年秋天，在上门拜访和焦点小组讨论的过程中，我们逐渐发现弗吉尼亚州呈现出了美国人生活的一个典型的横截面。我们从费尔法克斯县一路来到弗吉尼亚州中部，然后向南抵达诺福克市和弗吉尼亚比奇，时不时地在当地酒吧和夫妻旅店驻足，既喜欢那里的氛围，又喜欢那里的食物。说真的，你从人们吃什么、喝什么、聊什么里面可以了解到很多东西。在我们发现了甜茶和某些食品蕴含的文化意义之后，我们就痴迷起来。如果说梅森—狄克森线（Mason-Dixon Line）是美国南北方的传统分界线，即蓄奴州和解放黑奴州之间的界线的话，还有另外一条分界线切割了当代的弗吉尼亚州。这条线以北的餐馆给客人上不加糖的茶，以南的餐馆则上甜茶。当地人告诉我们，甜茶线以南的地方才是“真正的南方”。它不仅在梅森—狄克森线南边，还比里士满更往南。

我最喜欢的活动莫过于注视和倾听那些同意我们去进行拜访的美国人了。我会坐在沙发上，偷听他们谈论这一天过得怎么样，从收音机里听到了什么，或者办公室政治。我会观察那些看福克斯新闻频道（Fox News）的人，留心他们对这一频道能有多生气（因为我自己的祖国没有福克斯新闻频道，所以这是最有趣的观察活动之一）。这是一场怪异的演出，因为他们会坐等——并且预料到——自己那天会被“精英们”做的事情所侮辱，无论何事。他们一打开福克斯新闻频道，怒意就溢于言表。有时候，我似乎目击了一场心理治疗，好比人们在度过沮丧的一周后跑到泄愤屋里砸东西。这跟我通常看到朋友们偶然转到福克斯新闻频道时的反应很不一样。我清楚地记得，阿利斯泰尔·卡迈克尔有一次把福克斯新闻频道的一个大嗓门、红脸膛的记者叫作“被揍红的屁股”。

有一对夫妻告诉我，他们欠了几千美元的保险免赔额，有时候为了修理汽车只能放弃那个月本该服用的处方药。他们同意接受访谈是因为我们支付的100美元报酬能让他们下个月的收入多一些，来抵销开支。但是保险费用那么高，他们怪谁呢？他们不怪雇主给买的健康险太烂，也不怪工资不够体面，而是怪奥巴马医改。他们真心认为，奥巴马政府之所以推动医改，纯粹是为了帮助更多没有合法身份文件的工人来美国，实现其宏大的自由主义社会工程，通过争取到更多支持民主党的拉丁裔选民来让民主党持续执政。在他们看来，正因为如此，保险和医疗才比以前贵。

人们在福克斯新闻频道提供的泄愤屋里发泄过一小时之后，对这一天的遭遇会感觉好受一些——他们得以呻吟着倾吐苦水，然后无论是工作上还是家庭中的问题就都可以推卸给别人了。这样一来，他们的挣扎完全可以外化，不必直面残酷的现实：也许他们的雇主对向他们支付足以为生的工资一事漠不关心。叫他们承认自己或许是被每天见面的人剥削，而不是被奥巴马医改和非法移民那些不知名的“敌人”欺负，实在太痛苦了。

这段时间是我接触福克斯新闻频道最长的时间，我满脑子只有一个想法：网络对人们的身份意识有重要的影响，其结果可以被当作武器来用。福克斯用夸张的叙事给人们的愤怒火上浇油，因为愤怒会破坏人们寻找信息、对信息进行理性思考并权衡信息的能力。这就会导致一种名为情感启发的心理偏差，即人们在思考的时候因为情绪的重大影响而引起的心理捷径。正是这种偏差让人们在生气时口不择言，事后追悔莫及——事实上，情绪波动最激烈的时候，他们的思维有异于平时。

放松警惕之后，福克斯新闻频道的观众被告知，他们都是普通美国人中的一员。这个身份被一遍又一遍地灌输给他们，所以节目主持人才会经常使用“我们”这个代词并且面对镜头直接同观众聊天。他们提醒观众，如果你真的是一个普通美国人，这就是你的——也是“我们的”——想法。这就启动了身份动机性推理。从本质来看，这种心理偏差导致人们根据某个信息在本质上是构建还是危及集体身份来决定接受还是摒弃这一信息，而不看信息本身的特点。正是因为动机性推理，民主党人和共和党人才会在观看了同样的新闻广播后得出截然相反的结论。不过我开始明白福克斯新闻频道的手段之所以能奏效，是

因为它把某种身份移植到观众的脑海里，然后观众会把某种思想论争看成是对他们身份的攻击。这又转而激发了逆反效应，观众在得知不同的观点后更加坚定了原先的信念，因为他们把这种观点视为对个人自由的威胁。民主党人越是批判福克斯新闻的故意激怒法，福克斯新闻观众的观点就越是根深蒂固，怒气也越发高涨。举例说明，有人批评唐纳德·特朗普的种族主义言论，但福克斯新闻的观众对此嗤之以鼻：他们把这种批评内化成对他们自己的身份的攻击，而不是对政治候选人的攻击。在这种阴险的操控下，辩论越多，观众的思想就越固化。

研究过程中，我对白人社会和经济权力的丧失也开始有了不一样的理解。显然，美国白人产生种族主义和排外情绪的一个根本原因是他们感到了威胁，而这种威胁感又得到了福克斯新闻等信息来源发出的持续又高调的“警告”的强化。我注意到，在美国有线电视新闻频道上引发热议的政治辩论存在一个问题，那就是给选民群体贴的标签不够精细。白人选民、拉丁裔选民、女性选民、郊区选民等经常被当作扁平又统一的群体来讨论，而事实上，构成许多选民身份的突出方面同民调专家、分析师或顾问用来描述选民的标签有出入。这样一来，某些人就被异化了。例如，如果你是住在拖车里的白人男子，看到电视上的人坚持说白人在这个国家里享有超级特权，你大概会愤怒。如果你从小到大上的都是室外厕所，你可能不太会容忍电视上对跨性别人士有权选择上男厕所还是女厕所的煞有介事的讨论。如果你是中产阶级下层人士，而你所在的州不断削减对你的经济支持，当你看到一个依赖福利救济的黑人，心想“哼，那我的福利从哪儿来？”也就很寻常了。我不是为这些观点辩护，但如果我们想理解这些人，那就必须对跟我们观点不同的其他视角持开放态度，即便某些视角会引起不适。

在对美国文化的早期探索中，我们考察了两个可能导致美国社会不和的方面。我们首先看了社会身份威胁感有没有为某些观点添柴加火。第二个方面跟第一个方面相关，但稍有区别。人类普遍存在一个逻辑谬误，那就是把世界看成零和博弈，要么是赢家要么是输家。这个有瑕疵的逻辑延伸成一种认知：对其他群体加以关注意味着对自己所在群体的关注会变少。无论如何，少数族群似乎都是“威胁”——身份威胁或资源威胁。形成了这个潜在威胁感的假设后，我们想要看看能否缓和这种感觉。通过降低威胁感，我们做到了。在一项研究中，

我们先请受访者把自己想象成刀枪不入、战无不胜的超级英雄，然后问他们平时把什么类型的人视为有威胁性的——同性恋者、移民，还是其他族裔的人，结果发现他们对这些“有威胁性的”刺激的响应变温和了。如果你战无不胜，那么没有什么能够威胁到你，连同性恋者都不能。我和我的团队都觉得这个实验结果非常有意思，因为我们想要找到办法来缓解种族冲突的深层次肇因。每做一个实验，我们对如何根据人们最内核的特质来操控结果的认识就越深。

我们在弗吉尼亚的研究取得了不错的成果。我们证明了人格特质和政治结果之间存在相关性；我们不仅可以预测某些行为，还能根据心理测量结果设计传播用语，从而改变态度。我们知道，虽然我们在这个小小的试点沙箱里所使用的数据集的质量有保证，但仍不足以辨别出人格和身份的所有微妙之处。如果要在电脑上真实地模拟社会，我们需要更完整的数据——更多的数据。不过，那是一个留待未来解决的问题。

尼克斯要求我们用一周写出通常情况下需要两个月才能写好的报告。他急切地想要行动，因为他当时知道自己正处于成败关头。班农已经向他透露，默瑟的投资可能高达2000万美元。对SCL这样的年度预算在700万~1000万美元的小众企业来说，这笔钱将会带来脱胎换骨的改变。

我们熬夜写，周末加班写，终于在下一个周一把报告发给了班农。他马上就领会到了我们的研究所能实现的可能性，决定大力支持。事实上，他读完报告后给SCL办公室打了个电话，听上去似乎被喜悦冲昏了头脑。“太棒了，兄弟们。”他一遍又一遍地感叹。

现在，我们只需要说服罗伯特·默瑟。

几周后，2013年11月末的一个晚上，尼克斯打电话到我家。“收拾一下行李，”他说，“明天你要飞去纽约。”他、塔达斯·朱西卡斯和我打算向罗伯特·默瑟和他的女儿丽贝卡陈述我们的研究成果。

尼克斯第二天一大早就飞往纽约了，但出于某种原因，他给朱西卡斯和我订了稍晚的航班。我们大约在下午4点的时候降落在肯尼迪国际机场，而会议计划在5点开始。排队等待过海关时，我的电话响了。是尼克斯打来的。“你们在哪儿？”他责问道。

“我们刚下飞机。”我告诉他。

“哼，你们来晚了，”他气势汹汹地说，“最好赶快过来。”

“我又不能只是挥挥手就通过护照查验窗口！”我恼火地说。我们在电话里吵来吵去，其他排队的人都转过头来看我。但我们还在继续争吵，终于，一名海关官员厉声命令我挂掉电话。不过这事还没完。尼克斯不停地打我电话——我们上车时打，抵达酒店时打，我换衣服准备去参加会议时打。尼克斯就是这样的人，计划做得一塌糊涂，然后指望我替他擦屁股。我被他烦死了，于是把手机调到静音模式，不紧不慢地做准备工作，主要还是为了激怒他。朱西卡斯和我叫了一辆出租车去开会，会议地点是丽贝卡·默瑟在曼哈顿上西区的公寓。丽贝卡和她那叫西尔万·米罗契尼科夫的法国金融家丈夫在河滨大道上的特朗普大厦买了六套公寓，打通成一个巨大的拥有十七间卧室的豪宅。他们的家占据了第二十三、二十四和二十五层的大部分楼面，可以从独特的视角看到哈得孙湾沿岸，点缀着星星点点的纽约城灯光。

不过这豪宅透出一股俗气，因为丽贝卡选择了杂乱无章、华而不实的装饰风格：陶瓷小雕像、抱枕、节日用品都被她纳入家中。她在客厅里摆放了一架巨大的三角钢琴，钢琴上面还陈列着一大堆小摆设和家人照片。

丽贝卡这个人倒是挺有意思的。她在斯坦福大学攻读生物学和数学，获得运筹学和经济系统工程硕士学位。毕业后她追随她父亲的脚步进入文艺复兴科技公司担任交易员，但后来为了在家教育孩子而离职。2006年，她和姐妹们在曼哈顿买下了一家面包店，因此，她的生活主要围着孩子和带巧克力块的饼干转。她超级自信活泼，像右翼的某种啦啦队队员。因为她捐款很大方，所以在共和党圈子里很有影响力。她跟那些更加愤世嫉俗的共和党党内人士不一样，用马克·布洛克的话来说，她是保守派圣战的“真正信徒”。

我走进客厅，看到丽贝卡和尼克斯一起坐在一个双人小沙发上说说笑笑。尼克斯魅力全开。房间里坐满了人——罗伯特·默瑟、班农、布洛克，几个来自赞成英国脱欧的英国独立党（UK Independence Party，简称UKIP）的右翼老家伙，还有一帮我猜想是律师或企业顾

问的西装男。默瑟家族还有其他几位成员在场，包括罗伯特的妻子黛安娜、他们的女儿珍妮弗以及几个孙辈。这是他们的家务事。

默瑟和他那几个俗气又饶舌的女儿正好相反。他很少直视别人，大多数时间只听不说。即便来参加他女儿家的晚宴，他也只是穿着普通的灰西装。发言的事大多交给他的女儿们或随员们。他极其严肃，令人生畏，而且自始至终几乎沉默。少数几次开口说话的时候，也声调平淡。他提的问题全都针对我们研究中技术性强的方面，而且总是要我拿出具体的统计数据。

尼克斯看准时机站起来，简单介绍了SCL的历史和我们承接的军方项目。他还说了公司一般不会像今晚这样迁就私人客户（他撒谎），但默瑟坚持不懈地提要求，所以他最后屈服了。我费了好大劲才没有翻白眼。接着尼克斯介绍了我，对我们的项目做了一番完全不准确的介绍。他显然没有读过我们的详细报告，说着说着就捏造起研究结果来。我心知默瑟立马就会看穿他的瞎话，所以打断他自己介绍我们在弗吉尼亚做的研究。尼克斯在丽贝卡身边坐下，对我怒目而视。为了吸引默瑟一家的注意力，我在讨论这一研究的时候添加了一些比较生动的细节。当我提到那名康普茶女士时，我把她描绘成热爱瑜伽和有机食品的福音派基督徒，丽贝卡听后脱口而出：“太像我了！终于有人理解我们了！”

我还介绍了SCL在其他地区做过的项目——中东、北非和加勒比海地区。讲到特立尼达项目的时候，我看到班农点头赞同我讲的在电脑上复制社会的想法。这也引起了罗伯特·默瑟的关注，出身工程师的他对这部分特别感兴趣。自从在SCL上班，我就认识到，美国国防部高级研究计划局资助的信息传播研发项目其实就是文化流行趋势的预测。采集社交媒体信息、用算法为用户画像只是个开头。一旦推断出社交媒体用户的行为属性，就可以进行电脑模拟，大规模地绘制出他们与人沟通和互动的路线图。这让人想起20世纪90年代社会学领域一种比较偏门的思想实验，叫作“人工社会”。当时有些人尝试用比较初级的多代理系统在电脑上模拟社会的“成长发展”。我记得自己十几岁时读过艾萨克·阿西莫夫的“基地”系列。书里的科学家利用从不同社会收集到的大量数据集创造出“心理史学”，借此不仅能预测未来，还能控制未来的走向。

刚开始规划SCL的业务范围时，默瑟让文艺复兴科技公司的员工参与进来。此外，鉴于尼克斯的金钱导向，再加上这个项目的早期阶段涉及一家对冲基金，大家都以为这将会是一种商业投资。粗略来说，如果我们能够复制每个人的数据档案，在电脑上重现人类社会——类似游戏《模拟人生》（The Sims），但输入的都是真人数据，我们就可以模拟和预测社会及市场的未来动向。这看起来似乎是默瑟的目标。我们自认为如果能创建出这个人工社会，离开发出世界上最强大的市场情报工具之一就不远了。我们将会踏入一个新领域——文化金融，并为对冲基金预测潮流趋势。

计算机工程师化身为社会工程师的默瑟希望重构社会，优化生活在这个社会上的人民。他有制作火车模型的爱好，我感觉其实他认为他能驱使我们为他建造一个社会模型，然后对此进行调整，直至完美。最终默瑟认识到，实现了将人类行为和文化互动的许多内在因素进行量化这一飞跃之后，信息战中的“优步”就可以被他随心所欲地调用。而且正如优步单单凭借一个应用程序就摧毁了有百年历史的出租车行业，他的新创企业也将会重塑民主。

班农的目标和默瑟的目标有本质上的差别。他可不是什么传统的共和党人。事实上，他憎恨米特·罗姆尼那一派的共和党人，认为他们的主张是索然无味的资本主义。他厌恶安·兰德[1]，因为她把人物化成商品。在他看来，一个经济体需要一个更高尚的目标。他有时候把自己叫作马克思主义者，倒不是为了强调这种意识形态，而是为了表明他认同其中的一种看法——马克思说过，人活着的目的是实现自我价值。他声称自己信奉“法”（dharma）。这是印度教和佛教里的一个信条，指一切事物和现象的秩序以及独特、和谐的生活方式。他把寻找美国存在的目的视为自己的使命。在他看来，革命的时机已经成熟：从金融危机和对现有制度的信任的消退中可以看出几个信号，预示着最终审判即将到来。班农的追求具有半宗教性质，他本人则扮演救世主。

班农同默瑟一样敌视“大政府”，但两人的出发点不同。在班农看来，行政国家正在取代传统和文化所扮演的角色，而欧盟是罪魁祸首，这个枯燥无趣的官僚机构把传统逼到了边缘——让欧洲沦为丧失存在意义的经济市场。班农认为西方世界正在迷失。它放弃文化传统，追求毫无价值的消费主义和不明身份的国家，所以这是一场全面

的文化战争。班农自视为先知，他需要一个能够窥探到社会未来的工具。如果能够打开班农所称的“脸书式的上帝视角”，看清每一名美国公民，他或许有办法找到适用于所有人的“法”。于是，我们的研究对他来说几乎是宗教性质的。

尼克斯、班农和默瑟都对彼得·蒂尔创立的数据挖掘公司帕兰提尔着迷。帕兰提尔这个名字脱胎于托尔金《魔戒》里的那只魔眼水晶球，当时我以为这些人投资SCL是为了创建他们自己的魔眼。想象一下，有了它，默瑟这样的投资者能做什么：预测未来人们会买什么、不会买什么，这样他就能挣更多的钱。如果你能预见到市场即将崩盘，而你又有一只预测社会的魔眼，那你一夜之间就可以挣上几十亿。

在我的介绍结束之后，丽贝卡请大家移步餐厅。厨房员工端上来一盘盘装点着精致配菜的菲力牛排，不过，丽贝卡事先得知我不吃肉，所以请大厨特别为我准备了一道菜。端上来一看，原来是一盘烤奶酪三明治——我想还是要感谢她的贴心。她伸手从我的盘子里拿起一个三明治咬了一口，然后心满意足地叹了一口气。“其实我跟后厨打招呼是因为我想吃一个。”她吐露说。

“你知道，”她说，“我真高兴有你这样的人给我们一个机会。我们需要更多你这样的人。”

“哦，怎么说？”我故作无知地问她。其实我懂她的意思，但我想让她在大庭广众之下说出来。

“同性恋呀——顺便声明，我爱同性恋人士！”

我想不通她是怎么做到一方面爱同性恋人士，一方面又支持压迫同性恋人士的事业的。不过，反正在我参加过的许多宴会上，嘉宾们都会一边声称自己热爱动物一边切割牛排。

丽贝卡想吸引更多的LGBT人士加入共和党，相信这能加强该党的实力。然后她说她喜欢我穿的外套，希望有机会和我一起去购物。丽贝卡实在太笨拙，连尼克斯都能把她玩弄于股掌之上，我都有点同情她了，但其实也没有特别同情。

晚宴结束时，罗伯特请大家离开，但让尼克斯、丽贝卡和律师们留步。他已经决定投资——用他个人的钱，金额在1500万到2000万美元之间。“我们要打造一只真正的魔眼，”尼克斯说，“毫不夸张，我们将预见未来。”

将近2000万美元落袋，尼克斯忘乎所以。会后第二天晚上，他带朱西卡斯和我去麦迪逊公园11号吃大餐。这是一家米其林星级餐厅，有拱形吊顶。他张扬地翻阅了一遍酒单，然后告知侍者给我们上拉菲古堡——2000美元一瓶的红酒。

“随便点。”他大方地一挥手。这真是令人愉快的惊喜啊，因为尼克斯这个人虽然有钱，但小气得很，就连最不起眼的开支，比如说买办公用品，他都要抱怨。有一次他拒绝报销一笔费用，因为那人买了“太多”荧光笔。他说：“你只需要一支。”不过这一晚，他点了十几道菜，像亚瑟王和他的圆桌骑士们吃的盛宴。自鸣得意的他，脸都泛红了。

侍者送上了酒。他刚把我们的酒杯斟满，口若悬河的尼克斯就不小心把酒瓶打翻到了地上。酒液四溅，一滴就是一百美元。侍者还没来得及扯下手臂上的餐巾擦拭，尼克斯就大声说道：“再给我们上一瓶！”我当时一定目瞪口呆地看着他，因为他朝我眨眨眼说：“有了2000万美元，2000美元没什么了不起的，对吧？”

这一晚过得像酒神节。不知怎么回事，我们桌边来了几个身穿紧身裙的女人，别的食客露出了震惊的神色。“克里斯，要一个吗？”他问我。我提醒他我不喜欢女人，其实大家心知肚明，根本不需要提醒。他脱口而出：“哦，要不要给你找个男孩？”我不知道怎么作答才好，但尼克斯继续滔滔不绝。他后来给我讲了一个他在伊顿公学的故事，告诉我上流社会的男孩都是怎么取乐的。这个场景实在太令人尴尬，而且越来越尴尬。

后来，餐厅管理层总算想出了应对之策。那时候，我们已经消费了几万美元，所以他们不能在我们买单前把我们轰出去。朱西卡斯和尼克斯已经酩酊大醉，但我一直清醒着，坐在那里看所有其他人看我们。突然间，十几名侍者步调一致地在餐室里呈扇形散开，向其他客人耳语了一番。紧接着，其他客人都齐刷刷地站了起来，走向隔壁的

餐室。侍者们端起吃了一半的主菜和开了瓶的酒尾随其后，迅速把他们跟我们制造的闹剧隔离开来。

回想起来，那晚预兆不祥。我后来才得知，混乱和分裂是班农那富有生气的意识形态里的中心信条。在催化美国的“法”实现再平衡前，他所掀起的运动首先要把混乱注入整个社会，这样新秩序才会出现。他贪婪地阅读一个被称为孟修斯·穆德巴格的计算机科学家暨空想哲学家的论述。后者被另类右翼视为英雄，写了许多冗长的论文，攻击民主政体以及现代社会秩序的几乎方方面面。穆德巴格对“真理”的看法影响了班农，也影响了剑桥分析的发展。穆德巴格曾经写道：“胡说是比真理更有效的组织工具。”而班农完全同意。“任何人都可以相信真理，”穆德巴格写道，“它是一件政治制服。如果你有制服，你就有了军队。”

默瑟的投资被用于建立SCL的衍生机构，班农给它起名为剑桥分析。我不知道罗伯特和丽贝卡·默瑟要是看到他们的投资所激发的享乐主义狂欢的话会怎么想，只能依靠想象。另一方面，史蒂夫·班农要是看到了，可能会大加赞赏。

纽约晚宴已经过去了几个月，2014年春季的某天晚上10点钟，我们驱车疾驰在田纳西州的田野上。我猛地吸入一口寒气，头脑因之清醒。开车的马克·布洛克是个老烟枪，把车里弄得烟雾缭绕，我们只好开窗透气，尼古丁烟云逃逸到了车外的夜色里。我们的车行驶在荒凉的公路上，周围是黑漆漆的森林。我又回到美国了，这次要为剑桥分析建立试点项目，布洛克是我的向导。作为把SCL引荐给班农的人，布洛克为这个项目的前景兴奋不已。虽然他不能帮我们建模，但他熟知美国，对其了如指掌。

“后座有啤酒，”布洛克说，“喝一瓶吧。”为什么不呢？我心想。就这样，我们边喝酒边聊起了天。布洛克是我见过的比较有意思的另类右翼人士——既是笑容温暖、超级友善的美国中西部居民，又是经验丰富的共和党人士，在尼克松时代就已经初露锋芒。

“让我告诉你为什么尼克松是我们最好的总统之一。”他突然说道。

“好吧，我听着——为什么？”

“因为他玩弄了‘老鼠’[2]。”

“等等——你说什么？”

“民主党，民鼠党。他玩弄了那么多民主党人，”他笑了，“那时候，你可以为所欲为。”

“哦，好吧。”

“所以我的公司叫作采鼠大盗布洛克（Block RF）。”

威斯康星州选举委员会曾经禁止布洛克在该州组织竞选活动，理由是他在某位法官的改选过程中做过见不得人的交易。后来布洛克自愿支付了15000美元的罚款，但没有承认自己有过不正当行为，于是这个禁令就被取消了。领导科赫兄弟旗下的繁荣美国（Americans for Prosperity）这个根据501（c）（4）条款登记的“社会福利”组织时，布洛克打造了一个庞大的右翼组织网络，以至于该组织被某个监察部门授予“布洛克八爪鱼”的称号。在他看来，政治并非理念或政策——那是讲给丽贝卡·默瑟那种忠实信徒听的废话。他认为政治就是游击战，而他可以扮演切·格瓦拉[3]。

布洛克还策划了另一个妙计，让赫尔曼·凯恩的“吸烟广告”意外走红。2012年凯恩竞选美国总统时，布洛克担任他的幕僚长，亲自出镜为凯恩做了一个竞选广告。在广告里，他大部分时候都是在闲聊，任由镜头对准并放大他的脸，让观众看到他乱蓬蓬的灰胡子下面因为不断抽烟而熏成紫色的双唇。

“我真心相信赫尔曼·凯恩会让美利坚合众国重新‘合’起来。”他说着还摇了摇头以表强调。在广告尾声，他盯着镜头吸了一口香烟，而后随意地吐出烟圈。与此同时，克丽丝塔·布兰奇演唱的《我是美国》响起。这个广告快把人惊到了，因为美国联邦通信委员会早在1971年就禁止在电视和收音机上做香烟广告。不过这就是布洛克的调调，他在朝政治正确竖中指。

我喜欢跟布洛克一起消磨时光——他是一个相当讨人喜欢的家伙，总是记得问你过得好不好，虽然我也知道为了竞选，他会毫不犹豫地欺骗你。我们聊得越多，我就越是觉得他其实并不相信另类右翼

主张的那些令人憎恶的理念，他只是欣赏反叛这种美学。他高高兴兴地在共和党的小圈子里扮演为事业献身的永恒反叛者。我们俩因为都喜欢违抗体制而惺惺相惜。

就这样，我们开始为剑桥分析工作。这个改变历史的项目会为英国脱欧、特朗普当选美国总统，还有个人隐私的消亡推波助澜。我们吞云吐雾地穿行在美国大地上。

2014年年初，剑桥分析派往美国主持焦点小组讨论的首批工作人员都是社会学家和人类学家，其中没有一个是美国人。这是有意的安排。美国人倾向于认为自己的祖国不同寻常，可我们想要像研究其他国家一样研究它，用同样的语言和同样的社会学方法。用这种方式来探索美国很有意思。此外，因为我自己不是美国人，我觉得自己更能不受美国文化里那些毋庸置疑的假设的影响，注意到美国人表现出来的而他们自己意识不到的东西。每当谈论起发生在其他地方的事情，美国人总会用到“部落”“政权”“激进化”“宗教极端分子”“种族冲突”“地方迷信”或“仪式”这样的字眼。人类学是关于除美国人以外的其他人。美国人一般认为自己的国家是“山巅上的光辉之城”。这是罗纳德·里根在一次演讲中改编自《圣经》里的“登山宝训”，而后风靡美国的一种说法。

然而，当我目睹福音传教士预言末日的到来，没有信仰的人将招致灭顶之灾，当我看到威斯特布路浸信会的一次游行，当我来到枪展，发现比基尼女郎抱着半自动步枪，当我听闻白人谈论“黑人暴徒”和“福利女王”，我看得出来这个国家深陷种族冲突和宗教激进化的泥潭，而且武装叛乱也正在发酵。美国对自我欺骗上瘾，它想当不同寻常的国家，但它不是。美国跟其他任何国家都一样。

美国有的地方让我觉得像外国。就在默瑟家族决定投资SCL之前，尼克斯、朱西卡斯和我拜访过弗吉尼亚农村的潜在支持者。一辆汽车把我们带离华盛顿哥伦比亚特区，穿过富裕的郊区，驶入一条通往幽深丛林的长长的公路。终于，我们抵达一小块空地，空地上有一座农舍，离其他任何一处文明的迹象都有数英里远。我们的司机一言不发，我们的手机断了信号，感觉就像恐怖电影开头的场景。

进了农舍，有人把我们领进一间没有窗户、天花板下悬挂着好几块高科技屏幕的会议室。然后一群全国步枪协会的积极分子走了进来，各自掏出一把枪放在桌子上，行动一致。这种场景我之前只在波斯尼亚见过一次，但波斯尼亚人至少会把枪整齐地摞在一个架子上。这看起来就是黑手党电影的现场版，抑或是阿富汗的军阀来开会。我一声不吭，因为要是有一帮大男人把他们的枪都放在桌子上，你总不能说：“对不起，这些枪带点攻击性，我不舒服。”

美利坚合众国有自己的建国神话，也有自己的极端主义群体。我在SCL必须观看无数由“伊斯兰国”恐怖组织和游手好闲、自立为王的非洲军阀发布的宣传视频。“圣战”组织成员对枪的崇拜同全国步枪协会成员对枪的崇拜不一样。我知道如果我们确实要研究美国，就必须像研究部落冲突一样研究它——充分了解这个国家的仪式、迷信、神话和种族之间的矛盾。

在派往美国的研究人员中，盖特尔森的成果位列最丰硕之榜。2014年春天和夏天，他周游美国，召集焦点小组讨论，同人聊天，然后把报告发给伦敦总部。我们根据报告生成理论和假设，然后通过定量研究对此进行测试。盖特尔森是一个特别有魅力又诙谐风趣的英国人，所以人们很容易对他敞开心扉。他迅速观察到美国人和其日常政治之间的脱节。例如，受访者自发地不断谈到同一个话题，那就是在我们看来晦涩难懂的国会议员任期时限问题。他们会一遍又一遍地提到，华盛顿的大问题出在政治家任职太久，结果都被特殊利益集团给收买了。在北卡罗来纳州一个焦点小组的讨论上，有几个参与者用到了“抽干沼泽”（drain the swamp）这个说法。盖特尔森也把它写进了记录里。后来，剑桥分析在目标选民的在线样本库中使用多变量测试对这一说法进行了研究，想看看它能否引起选民的共鸣。

盖特尔森花了六周时间走访了路易斯安那州、北卡罗来纳州、俄勒冈州和阿肯色州。每到一州，布洛克就会安排人为他开车，搞定后勤事宜。我事先请他关注多元交织性，尤其是要找到那些通常被归为某一类，但其实政治观点大不相同的人。于是他会邀请拉丁裔共和党人、拉丁裔民主党人、拉丁裔无党派人士等来参加焦点小组的讨论。同之前在弗吉尼亚州一样，我们聘用一家市场调查公司为我们招募受访者。

讨论的结果令人大开眼界，即便已经在美国待了很长时间的研究人员也有同感。盖特尔森在旅途中通过电子邮件发来的现场报告勾画出一个处于精神崩溃边缘的国家。

在新奥尔良的一个由拉丁裔无党派人士组成的焦点小组的讨论上，盖特尔森见到了一个硬核保守派。后者宣称："我不会把自己登记成共和党人，因为我是真正的保守派。我的名字可能带有拉丁色彩，但我是纯粹的美国人！"讨论桌的一头坐着一个改信伊斯兰教的秘鲁裔美国女子，她戴着头巾来参加讨论。

当讨论话题转向枪支时，她告诉上述那个男子，如果全国步枪协会由一个像她这样的人领导，他可能会改变心意。他的回答很简单："我会再去买一把枪。"后来，这个女子中途离开小组，去找了一个空房间祈祷。那个保守派超人目瞪口呆："我不知道该做出什么反应。我认为这件事有问题，但我不能不许别人祈祷。"

宗教和枪支远非盖特尔森在路易斯安那州遇到的唯一一个热点问题。这个州为我们的研究提供了肥沃的土壤，因为它的种族极具多样性。移民问题也能引发激烈的辩论，有好几次讨论差点因此升级成互殴。

有一个叫劳埃德的男子，讲话带着卡津人[4]的口音，盖特尔森听不懂，几乎全程都靠蒙，但有一个观点盖特尔森完全听懂了。此人对所在教区的学校不再教授他的母语——法语极为反感，他认为他的孙女被剥夺了学习她卡津前辈的"文化和遗产"的机会，因此大为光火。

不到15分钟之后，这个人又发起了一轮针对拉丁裔美国人的攻击，指责他们即使到了美国也还是忍不住讲西班牙语。不知为何，同一焦点小组的参与者都没有看出其中的自相矛盾之处——劳埃德一边怒骂西班牙后裔讲西班牙语，一边自己又说着一口旁人听不懂的半吊子法语，还哀叹自己的遗产流失。

种族和民族问题还引发了另外几次不愉快。有一次，某个焦点小组的参加者一致抱怨奥巴马总统。盖特尔森就问他们："有没有人不觉得总统是令人失望的？"一个在那一刻之前一直给人留下彬彬有礼印象的年轻人打破了室内的沉默。

“我不觉得失望。”他说。

“为什么？”

“嗯，因为他是第一位黑人总统，所以我的期望值不高。”

听了这话，跟他同处一室的人没有一个表示惊讶，不过别的焦点小组似乎戳破了党派的气泡。尽管如此，火力全开的争论并非常态；大多数参与者尽量避免同他人发生冲突，即便他们显而易见地不同意某个见解。然而，在阿肯色州史密斯堡的一次焦点小组讨论上，意外发生了。一个穿着考究的女士看到奥巴马的照片后说：“我要去车里拿枪。”另一个比较年轻的男子厉声说：“你怎么敢！那是我们的总统，开玩笑都不行。”

据盖特尔森的观察，这个女士此前从来都没有想到过会有人质疑她对总统的看法。

美国人对枪支的痴迷在焦点小组讨论中不断出现，即便是俄勒冈州波特兰市这样的自由主义堡垒也不例外。在那儿，一个有文身的时髦女可能在列举她的愿望清单时突然停住，转而担忧奥巴马政府会坚决没收她的火器。有一次在俄勒冈，盖特尔森出门为焦点小组买吃的，结果难以置信地看到司机在跑进赛百味门店买三明治前把他那把硕大的手枪留在了驾驶座上。“我以前从来没见过手枪，”盖特尔森事后告诉我，“那时候我在想：车没锁，要是有人看见枪，把手伸进来拿走它怎么办？我要不要把它藏起来？车里似乎有个枪架，我要不要把枪放在那儿？万一我一不小心扣动了扳机怎么办？我花了两分钟的时间坐在那里目不转睛地看着那把枪，就像车里有炸弹一样。”

许多剑桥分析访谈过的俄勒冈人都喜欢谈两件事：大政府和“大环境”。其中有一位是俄勒冈州共和党主席阿特·鲁宾逊。他几次竞选众议员都失败了，但默瑟家族还是继续支持他的政治野心。我去他那位于俄勒冈州凯夫章克申密林深处的家拜访过他，发现就算用另类右翼的标准来衡量，他也算得上精神错乱。

鲁宾逊是一位生物化学家，曾经跟诺贝尔奖得主莱纳斯·波林共事。他在实验室以外有两个爱好：管风琴和尿液。他从世界各地的教

堂里抢运回来年久失修的19世纪管风琴，花费数小时耐心地拆开，再组装回去。

鲁宾逊还收集了数千人的尿液样本，因为他想从中发现疾病和长寿的秘密。自从他妻子劳洛丽43岁突发疾病去世后，他就执着于健康和衰老研究。他在自己家里创办了俄勒冈科学和医学研究所，用一台巨大的分光仪分析尿液，判别其中的化学成分。他家到处都是动物——死的、活的都有。猫、狗、绵羊和马匹散养在屋外，屋内墙上挂着斑马皮、鹿头和水牛头，蜘蛛占领了房椽。整栋房子散发着不洁动物的气味，几架从老教堂里抢救来的管风琴已经组装完毕。

鲁宾逊似乎已经精神错乱。他坚持认为气候变化是个骗局，辩称低剂量的电离辐射对人体有好处，还警告说飞机飞过后留下的化学凝结尾会毒害人类。几年后，有人提名他担任特朗普总统的科学顾问。请想象一下我的反应。

世界上有两种亿万富翁：第一种无论挣了多少钱还是嫌不够，第二种则在挣了几辈子都花不完的财富后把注意力转向改变世界。默瑟属于第二种。虽然剑桥分析是作为企业创立的，但我后来得知默瑟从来都没有打算过要它盈利。公司存在的唯一目的就是拆解共和党、重塑美国文化。剑桥分析诞生时，民主党在有效运用数据方面远远走在共和党前面。多年来，他们精心维护托管在选民活化网络公司里的中央数据系统，允许国内所有民主党的竞选宣传团队调用。共和党根本没有可比的系统。剑桥分析可以弥补这个差距。

默瑟把竞选获胜视为社会工程问题。要“改进社会”，先得进行模拟：如果我们能把社会量化到电脑里，对电脑里的社会体系进行优化，然后把优化结果复制到电脑以外，那么我们就能根据他的设想重建美国。除却技术和更宏大的文化战略，投资剑桥分析也是一项聪明的政治举措。当时有人告诉我，因为默瑟投钱给私营企业，而不是捐款给某个政治行动委员会，所以他不必将投资额作为政治捐款进行汇报。他得以两全其美：剑桥分析将会设法影响选举结果，但又不受任何美国竞选经费规定的限制。他巨大的“足迹”将会无人察觉。

这个新实体的结构极其复杂，连项目组里的员工都搞不清楚，他们也不确定自己究竟在为谁工作。SCL集团作为母公司在特拉华州注

册成立了一家新的美国子公司，名为剑桥分析。默瑟为该公司注入1500万美元本金，占90%的股份，SCL占10%。之所以这样设置，是为了让剑桥分析能够作为美国企业在美国开展业务，而SCL的国防部门则继续作为“英国”企业运营。这样一来，SCL不必将所有权结构的变动和默瑟的参与告知英国国防部或其他政府客户。然而，该子公司被授予SCL劳动成果的知识产权，导致了子公司实质上拥有母公司的核心资产这样一种怪异的局面。然后SCL和剑桥分析签订了一份排他性协议，把剑桥分析名下的所有合同让渡给SCL，由SCL的员工来履行合同，代表剑桥分析工作。再接下来，为了让SCL的员工用上已经授予剑桥分析的知识产权，SCL又收回了这些知识产权的使用许可。

尼克斯最初解释说，这种迷宫式的设置能让我们的运作保持低调。默瑟在金融界的竞争对手留意着他的一举一动，如果他们获悉默瑟买下了一家心理战公司，业内的其他人士可能会算出他的下一步行动——开发复杂巧妙的趋势预测工具，或者会来挖墙脚。我们知道班农想跟布赖特巴特新闻网合作搞一个项目，但我们一开始以为这只是一个迎合他个人偏好的次要项目。当然了，我们都被误导了，他们就是想要打造一个政治军火库。我甚至不清楚默瑟起初是否知道剑桥分析的工具会有多大的成效。他就像任何一家新创企业的投资者一样，把钱砸在有创意、有想法的聪明人身上，寄希望于将来有一天这个想法能变成有价值的东西。

然而，很少有人知道谁是剑桥分析不实信息传播的第一个目标。当初班农和我第一次见面时，他拒绝去蓓尔美尔街上的私人俱乐部，宁可在剑桥见我。尼克斯注意到了这一点，领悟到他平时拉拢客户的那些招数——借助奢华俱乐部、昂贵的红酒和大号雪茄来给人留下深刻印象——在班农身上没用。班农自视为知识分子，剑桥的哥特式建筑和蔓生的绿地才符合他的气质。于是尼克斯就像神话里的变形人一样，迅速改变招数，迎合班农的想法，好让猎物上钩。

他告诉班农，虽然SCL在伦敦有办公室，但我们主要的工作地点在剑桥，因为我们同剑桥大学合作紧密。这完全是他信口开河。不过对尼克斯来说，真相就是他在当时某一刻认为是真的的东西。他一旦吹嘘了我们在剑桥有办公室，就再三提到这个办公室，还鼓励班农有空去看看。

“亚历山大，我们在剑桥没有办公室，”我被他的疯狂激怒了，“你瞎吹什么呀？”

“哦，我们有，只是目前还没开张。”他说。

就在班农下一次到访英国几天前，尼克斯让伦敦办公室的职员在剑桥弄了一个假办公室，还租了家具和电脑。班农按计划抵达的那一天，他说：“好，大家听好了，今天我们在剑桥办公室上班！”于是我们都收拾好东西去剑桥干活。尼克斯还雇了几个临时工和几个衣着暴露的女孩子在剑桥办公室里充当职员，为班农的到访做好准备。

这件事太荒谬了。盖特尔森和我互相发短信，分享有关波将金村的网页链接。波将金村是沙皇俄国时期为了讨好叶卡捷琳娜大帝在1787年的巡视特意建造的假村庄。我们将剑桥办公室命名为波将金站，无情取笑想出这个傻主意的尼克斯。但我和班农在酒店的第一次会面两个月后，我们一起穿行在剑桥分析的假办公室时，我看到他两眼放光。他信了，而且喜欢得不得了。幸运的是，他不曾注意到某些电脑连电线都没插上，某些雇来的女孩子连英语都不会说。

每次班农去剑桥，尼克斯都会把波将金站布置好。班农从未察觉这是假的。或者他察觉了，但他不在乎，只要公司符合他的愿景就好。到了给默瑟家族投资的新实体起名的时候，班农选择了剑桥分析，他说这是因为我们的总部在剑桥。所以说，剑桥分析的第一个定向目标就是班农本人。波将金站完美体现了剑桥分析的核心和实质，那就是给人们看他们想看的东西，不论真假，从而操控他们的行为，让这门艺术臻至化境。这个战略如此奏效，以至于史蒂夫·班农这样的人都上了亚历山大·尼克斯这种人的当。

注释：

[1]俄裔美国作家、哲学家，著有小说《源泉》和《阿特拉斯耸耸肩》。

[2]民主党的英文是Democrats，其中的“-rat”是老鼠的意思，而老鼠是对民主党人的蔑称。下文的RF即Rats-Fuck。

[3]1928年6月14日出生于阿根廷的罗萨里奥，是极富传奇色彩的拉丁美洲马克思主义革命家、作家、军事理论家、政治家及古巴革命的核心人物。

[4]移居美国路易斯安那州的法国人后裔。

第六章 特洛伊木马

> 剑桥分析是一家在采集大量数据之后将其用于设计和传播定向内容，从而大范围影响民意的公司。不过，如果没有目标人群的心理画像，这些打算都实现不了。后来我们惊讶地发现，通过脸书获得目标人群的心理画像不费吹灰之力，因为脸书对数据采集许可程序的监管非常松散。……“脸书对你的了解胜过你生活中的所有其他人，甚至你太太。”

“你知道，美国国防部高级研究计划局资助了他们的一些项目，”有一次坐火车从伦敦去剑桥的途中，布伦特·克里卡德告诉我，“如果你想扩大团队，就应该去找他们。”作为SCL的心理学家，克里卡德身兼两职，一边为SCL工作，一边在剑桥大学某个心理实验室里从事学术研究。像我一样，他迷恋于我们的项目可能产生的结果，所以他很愿意向公司推荐世界一流的心理学研究者。剑桥大学心理系在运用社交媒体数据进行心理画像方面处于领先地位，突破连连，政府研究机构也因此产生了兴趣。剑桥分析后来的发展在很大程度上依赖于剑桥大学发表的学术研究成果。

剑桥分析是一家在采集大量数据之后将其用于设计和传播定向内容，从而大范围影响民意的公司。不过，如果没有目标人群的心理画像，这些打算都实现不了。后来我们惊讶地发现，通过脸书获得目标人群的心理画像不费吹灰之力，因为脸书对数据采集许可程序的监管非常松散。这个故事得从我刚去SCL上班，剑桥分析还没有作为美国公司的子品牌创立前讲起。布伦特·克里卡德带我参观过剑桥大学心理测量中心。参观之前，我已经阅读过他和他在该中心的同事撰写的多篇论文，对他们把机器学习和心理测量试验整合起来的新颖做法很感兴趣。在我看来，他们研究的问题跟我们在SCL研究的问题几乎一样，虽说目的有一点不同——或者说当时我以为不同。

有关怎样从社交数据推断人的心理倾向的论文发表在心理学界的一些顶级学术期刊上，如美国《国家科学院院刊》（*Proceedings of the National Academy of Sciences*，简称PNAS）、《心理科学》

（*Psychological Science*）和《人格与社会心理学杂志》（*Journal of Personality and Social Psychology*）等。论文里证据确凿：社交媒体用户的点赞、状态更新、群聊、关注和点击规律等蛛丝马迹一旦集合到一起，就能准确揭示一个人的人格。脸书频频支持对其用户的此类心理研究，还向学术研究人员提供读取用户隐私数据的特权。2012年，脸书为“利用社交网络系统的传播和特点判断用户人格”申请美国专利。在专利申请书中，脸书解释说，公司之所以对心理画像感兴趣，是因为“推导出来的人格特点同用户画像关联存储，可以用于目标定位、排名、产品版本选择，以及其他各类目的”。所以美国国防部高级研究计划局对把心理画像用在军事信息战上感兴趣，而脸书对把它用在提高在线广告的销售额上感兴趣。

在剑桥大学唐宁学院的一栋建筑前，我发现了一块小小的牌匾，上面写着“心理实验室”。楼里空气混浊，至少从20世纪70年代以来就没有重新装修过。我们爬了几段楼梯，来到狭窄走廊尽头的最后一间办公室。在那里，克里卡德把我介绍给亚历山大·科根博士。这位剑桥大学的教授专攻心理特质的计算建模。科根看起来有点孩子气，穿着跟举止一样不自然。他傻笑着站在办公室中央，周围满是成堆的论文和当年他在香港上学时随意收集的装饰品。

一开始，我被科根一口带着纯正美国口音的英语糊弄住了，以为他就是美国人，虽说他讲话的语气有点夸张。后来我才知道，他在苏联解体前几年出生于摩尔达维亚苏维埃社会主义共和国，在莫斯科度过了一段童年时期。1991年苏联解体后不久，他和家人一起移民到美国。从加州大学伯克利分校毕业后，他去香港攻读了心理学博士学位，之后才来到剑桥大学任教。

克里卡德把我介绍给科根是因为他知道科根在实验室里做的研究对SCL非常有用。不过，他也知道尼克斯偏好跟人在什么地方见面，所以决定找一个有开胃小菜和红酒的地方把科根引见给尼克斯。尼克斯这人喜怒无常，他可能会因为某人的领带不讨喜或者选了他不喜欢的餐馆而对这人不屑一顾。于是克里卡德在伦敦国王十字火车站附近的大北方酒店楼上的酒吧里订了位子，我们都到那里去碰头。那天科根正好来伦敦，返程前专门挤出时间给我们介绍他的研究工作。尼克斯晚间外出玩乐时常常会喝高，这很正常，但我从未见过他像那晚那样沉醉于别人的嗓音，而不是他自己的。当晚的话题是社交媒体。

“脸书对你的了解胜过你生活中的所有其他人，甚至你太太。”科根告诉我们。

尼克斯从沉醉中惊醒过来，又变成了平常那副让旁人觉得尴尬的模样。“有时候太太最好不知道某些细节，”他浅斟慢饮地说起了俏皮话，“我干吗需要或者想要一台电脑来提醒我——或者她？”

“你可能不想要，”教授回答说，“但是广告主想要啊。”

“这人有意思，但我觉得他听上去不像正宗的剑桥人。”尼克斯嘟囔道。趁着科根去上厕所，他又喝了不少酒。

“因为他不是剑桥毕业的，亚历山大。老天爷……他只是在那里教书！”

克里卡德翻起了白眼，尼克斯分散了我们对更重要的事情的注意力。SCL看了科根的研究课题后，尼克斯迫不及待地想让他发挥作用。当时SCL刚刚从默瑟那里拿到融资，正在筹建美国的新公司。不过，在尼克斯准许科根接触他所看重的在美国的项目之前，科根先得在加勒比海地区证明自己的实力。那时是2014年初，科根正在同圣彼得堡国立大学的研究人员合作，进行一个由俄罗斯政府公共研究基金赞助的心理画像项目。科根在圣彼得堡担任顾问的那个团队收集了大批社交媒体用户的档案数据，并将其用于分析网络上的口水战行为。鉴于俄罗斯的这个社交媒体研究项目关注的是适应不良及反社会特质，SCL认为可以把它运用到特立尼达项目上，因为特立尼达和多巴哥国家安全部的职员有意对该国公民的犯罪倾向做预测性建模实验。

在一封发给特立尼达和多巴哥安全部和该国国家安全委员会的有关“通过（数据）拦截对犯罪心理统计进行画像”的电子邮件中，一个SCL员工写道：“我们可能会让亚历山大·科根参与，或者深入研究一下他为俄罗斯人做的有趣的工作，看看它怎样应用或者能否应用到我们的项目中来。”

科根最终同意协助SCL的特立尼达项目。关于如何对以往研究已经识别出来的、跟反社会或反常行为相关的心理建构体进行建模，他给SCL献计献策。作为协助策划项目的回报，科根想要数据。他开始跟SCL商谈，希望能够把SCL收集的130万特立尼达人的数据集用在他

自己的研究上。我喜欢科根的原因在于他愿意立即动手实现目标，跟那些习惯了在学术生涯上以冰川移动般缓慢速度前进的普通教授不一样。此外，他给人以诚实、雄心勃勃和坦率的印象。当然，为了理念和追求知识，他也会兴奋过头，显得有点天真。

一开始，我和科根相处得颇为融洽。他和我一样对新兴的计算心理学和计算社会学感兴趣，我们会连续几小时地讨论行为模拟的前景。谈到SCL时，我可以感觉到他的兴奋。与此同时，科根有点古怪，我注意到他的同事会在背后嘲讽他。不过我并不在意，如果真在意的话，也只是让我因此而跟他更有共鸣——毕竟我自己也经常是他人嘲讽的对象。再说了，不古怪一点的话又怎么会来SCL。

2014年1月，科根加入特立尼达项目。当时我们跟班农在美国搞的项目也刚刚进入早期试验阶段。我们在定性研究的基础上设想了一些有待测试的理论，但可用的数据还不足以完成心理画像。消费者信息——例如来自航空公司会员、媒体公司和大型连锁商店等的信息——未能生成足够强大的信号供我们进行心理属性预测。这也没什么奇怪的，因为仅仅在沃尔玛购物并不能界定你是什么样的人。我们可以推断出人口统计或财务上的属性，但是推断不出人格——例如，外向人格和内向人格的人都在沃尔玛购物。我们需要的数据集不仅要覆盖相当大比重的美国人口，还得包含跟心理属性有显著关系的数据。我们猜想我们需要的是那种我们在美国以外的其他项目里面用过的数据，例如点击流数据，或者是科根经观察在人口普查记录里注意到的那些变量。

科根为SCL做的第一个项目是特立尼达项目，但他对美国项目更感兴趣。他告诉我，如果让他参加美国的工作，他在心理测量中心的团队也会参与进来，填补我们在变量和数据类别上的空白，创建出更可靠的模型。他开始申请读取我们的某些数据集，以便判断训练集里还缺什么。训练集就是我们用来“训练”模型，从而识别出其模式的样本数据集。不过，这并非问题的症结。克里卡德告诉他，我们已经构建了初始模型，也有了训练集，但是我们缺大规模的数据。我们找不到既包含有助于预测心理特质的变量，同时又覆盖广泛人群的数据集。这才是真正的绊脚石。科根说他能为我们解决这个问题，只要我们允许他把数据用在他自己的研究上。他说，要是让他加入美国项目，我们就可以在剑桥大学建立首个全球性的计算社会心理学研究

所。我一听就动心了。心理学、人类学和社会学等社会学科都面临一个挑战，那就是它们的数值数据相对缺乏，因为对一整个社会的抽象文化或社会动态进行测量和量化太难了。也就是说，除非你能把所有人的虚拟克隆输入电脑并观察他们的相互作用，否则就做不到。科根的建议让我感觉手里有了一串能够打开社会研究新大门的钥匙，拒绝的话怎么说得出口呢?

2014年春，科根介绍我认识了心理测量中心的其他几位教授。戴维·史迪威博士和迈克尔·科辛斯基博士当时正在研究他们从脸书那里合法采集来的一个巨大的数据集。他们是社交媒体赋能的心理画像领域的开拓者。2007年，史迪威创建了一个叫作“我的人格”（myPersonality）的应用程序。用户注册之后，做一个测试就能够获悉自己的人格画像。获得画像结果后，该应用程序会采集这个画像并将其储存起来，供研究使用。

这两位教授撰写的有关脸书的第一篇论文发表于2012年，迅速引起学界的注意。在科根介绍我们认识后，科辛斯基和史迪威跟我提到，他们在历年的研究中积累了脸书庞大的数据集。他们说，美国军方的研究机构美国国防部高级研究计划局是他们研究的资助者之一，所以他们非常适合为军事承包商工作。在我们的交流过程中，史迪威话很少，但科辛斯基显然雄心勃勃，不断示意史迪威说话，好让我们的谈话进行下去。科辛斯基知道这些数据非常有价值，但他需要史迪威同意才能把数据转让给他人。

“这些数据怎么来的？”我问。

他们告诉我，他们在脸书上发布应用程序来收集数据，脸书基本上问都不问就让他们拿走了。脸书欢迎大家在它的平台上做研究。它对用户的了解越多，就越能拿用户去换取收入。从两位教授的介绍中可以听出来，脸书对数据收集的批准和控制程序松得令人难以置信。只要有人用过史迪威和科辛斯基发布的应用程序，两人就能接收到那个人的脸书数据，外加那个人所有好友的数据。脸书并未规定应用程序在收集用户好友的数据前必须征得其好友的同意，因为在它看来，成为脸书用户就等同于允许脸书拿走用户数据——即便用户的好友根本不知道某个应用程序正在采集他们的私人数据。脸书用户的平均好

友数量在150人到300人之间。我的思绪转向班农和默瑟，因为我知道他们一定会喜欢这个创意——尼克斯也会因为他们喜欢而喜欢。

“让我确认一下，”我说，“如果我在脸书上开发了一个应用程序，然后1000个人用了这个程序，我就拿到了……差不多15万人的个人资料？真的吗？脸书真的允许你们这么做？”

“没错。”他们说。要是有200万人下载了这个应用程序，我们就能获得3亿份个人资料，当然还要刨去其中重合的好友。这将是一个庞大得令人震惊的数据集。在这之前，我使用过的最大的数据集就是特立尼达那个有着130万份个人档案的数据集。我以为这个数据集够大的了，可跟脸书的相比，它的量级完全不在一个档次上。在别的国家，我们得获得特别许可才能读取数据，或者得花几个月的时间搜刮、收集某些人群的数据，而那些人群的规模要比脸书的小好几个量级。

“那你们是怎么诱导大家下载这个应用程序的呢？”我问。

“我们付钱给他们。”

“多少钱？”

“一美元，有时候两美元。”

要记得，我们公司有1500万美元，花钱如流水。这两位教授刚才却告诉我，只要花……100万美元左右就能买到几亿数据。我不用想都知道该怎么做。

我问史迪威我能否用他们的数据运行一些测试。我想借此看看特立尼达项目的结果能否复制，因为我们在特立尼达读取过网络浏览历史之类的相似数据。如果测试结果表明来自脸书的个人资料如我希望的那样具有价值，那我们不仅仅能如默瑟所愿创造出一个强大的工具，更酷的是，我们还会把一个全新的学术研究领域变成主流，那就是计算心理学。我们正站在行为模拟这一门崭新的科学的前沿，其前景让我雀跃不已。

脸书创建于2004年，当时是大学生与同龄人交流的一个平台。几年后，这个网站发展成世界上最大的社交网络，几乎所有人——甚至

你的父母——都在上面分享照片、发布无伤大雅的状态更新、组织派对。在脸书上，你可以点赞某个品牌的页面、某个话题以及朋友们的发帖。点赞功能的目的是给用户一个打造个性的机会，也让他们借此了解自己心仪的品牌、乐队或名人的最新信息。脸书把点赞和分享视为它所谓的“社群”的基础。当然了，这也是脸书盈利模式的基础，广告主可以根据脸书的数据优化他们的定向传播。脸书还建立了一个应用程序接口，方便用户使用在脸书上发布的应用程序，这些程序能够获取他们的个人资料，以便“提供更好的用户体验”。

21世纪初的研究人员很快就意识到，一个又一个国家的人民都把他们自己的数据整合到了一个地方。脸书上的个人主页包含个人在家居环境中的“自然”行为的数据，不过窥探这些数据的研究人员没有留下足迹。每一次下拉屏幕、每一个动作、每一次点赞都会被追踪。什么都找得到——细微的个人差异、兴趣、厌恶的人或事物，而且这一切都是可以量化的。这就意味着来自脸书的数据的生态效度[1]越来越高，因为这些数据不是在研究人员的提问下生成的，不存在研究人员注入的偏差。换句话说，人类学或社会学运用的传统的被动定性观察的许多优点得以保留，但现在由于许多社会和文化互动被采集并储存为数字数据，我们又获得了量化研究才有的泛化优点。在此之前，如果有人想获得这样的数据，只能找银行或电信公司，而后者受到严格监管，不得透露此类私密信息。然而，社交媒体同银行或电信公司不一样，几乎没有法律约束它对极精细的个人数据的读取。

虽然许多用户经常会把线上活动和真实生活区别开来，但他们使用社交媒体后生成的数据——从看完某电视剧本季大结局之后的感想到点赞某些人在周六晚上外出时拍下的照片——是从网络之外的线下生活里生成的。换句话说，脸书的数据就是真实生活的数据。而且随着人们的生活重心日渐向手机和网络倾斜，真实生活数据只会越来越多。这样一来，分析师往往就没必要向用户发问了：你只需创建算法，由算法在用户自然生成的数据里寻找离散规律。一旦你那样做了，系统本身就能从你从未注意过的数据里揭示出规律。

脸书用户把自己的资料都收集到了一个地方，还采用了同一种数据形式。我们不需要连接100万个数据集，也不需要进行复杂的数学运算来填补缺失的数据。信息早已到位，因为每个人都自动奉上了他们

的实时自传，就在脸书上。如果你打算另起炉灶创建一个观察和研究人的系统，这个系统不会优于脸书。

事实上，2015年由吴友友、科辛斯基和史迪威完成的一项研究表明，他们设计的一个计算机模型可以精准地通过脸书上的点赞数据预测出人类行为。只要有某人的10个点赞数据，该模型对此人行为的预测就会比此人的一个同事还准确。如果有某人的150个点赞数据，该模型对此人行为的预测准确率就会比此人的家人还高。如果有某人的300个点赞数据的话，该模型对此人的了解胜过此人的配偶。部分原因在于，朋友、同事、配偶和父母往往只看到你生活的一部分，而且你的行为受到你和这些人的关系的调控。你的父母可能从来没有见过你在凌晨3点吞下两颗摇头丸后胡言乱语式的疯狂，你的朋友或许从未目睹过你在办公室上司面前的缄默恭敬。他们对你的印象都不太一样。但脸书窥探到了你同他人的关系，用你的手机跟踪你，记录你上网时点击了什么、买了什么。于是，这个社交网站上的数据越来越能反映“真实”的你，胜过你的朋友或家人对你的判断。在某些方面，计算机模型对某人习惯的了解甚至超过他本人——这个研究结果迫使研究人员在论文里添加了一则警告。“计算机在人格判断方面优于人类，”他们写道，“这既给心理评估、市场营销和个人隐私带来了重大机遇，也给它们带来了挑战。”

有了足够多的来自脸书的数据，我们终于有可能首次尝试在计算机里模拟人类社会。其意义震撼人心：从理论上来说，你可以模拟一个未来社会，制造种族冲突或贫富不均等问题，然后静观事态发展。接着你可以回溯，改变输入数据，探索缓解这些问题的方法。换句话说，你可以为现实世界中出现的问题的解决方案建模，但是在电脑里进行实验。在我心目中，社会即游戏的整个构想是史诗级别的。科根向我提议的那个研究所让我着迷，我很想把它建起来。不仅仅是我们这一小群人对此热衷，世界各地的教授都跟我们一样心潮澎湃。科根跑去哈佛大学见了几个人，然后给我发电子邮件，把他们的反馈告诉我。他说：“这个操作可以改变游戏规则，变革社会科学。”起初，史迪威和科辛斯基看起来也很兴奋。然后，科根向他们透露说剑桥分析有2000万美元的预算，之前的学术同志情谊立马烟消云散。

科辛斯基发邮件给科根，要求拿到50万美元的前期经费，外加他们所拥有的脸书数据的“使用费”的50%。那时候，我们甚至还没有进行

过现场测试，不知道这个设想的大规模实施能否成功，他们却已经狮子大开口了。尼克斯让我回绝他们，科根因此惊慌失措，以为这个项目要流产了。于是，在我回绝科辛斯基金钱要求的第二天，科根说他可以自己做，按他原先提的要求来——他会帮我们弄到数据，剑桥分析支付成本价，而他可以把数据用到他自己的研究上。科根说他能使用更多已经从脸书那里获准收集好友数据的应用程序。我立马戒备起来，认为科根可能还是打算悄悄地使用史迪威和科辛斯基开发的应用程序，但他坚持说他已经自行开发了应用程序。“好吧，”我说，“证明一下，转储数据给我。”为了确保这些数据不是来自史迪威和科辛斯基的应用程序，我们给了科根一万美元，让他测试他的新应用程序，获得新数据集。他同意了，而且没有为自己要钱，只想要一份数据拷贝。

虽然那时候科辛斯基从来没对我说过这话，但他后来说他打算把脸书数据的使用许可费交给剑桥大学。然而，剑桥大学强烈否认自己参与过任何脸书数据项目，所以现在我不清楚该大学当时是否知晓这个潜在的财务安排，也不清楚它会不会接受这笔资金。

接下来一周，科根发给SCL几万份脸书用户的档案数据，然后我们做了一些测试以确认这些数据的价值符合我们的预期。结果甚至比我们想象的还要好。它包含几万个用户的完整的个人资料——姓名、性别、年龄、居住地、状态更新、点赞、好友，应有尽有。科根说他在脸书上开发的应用程序甚至还可以调阅私信。“好吧，”我告诉他，“我们开始吧。”

我跟科根开始时，很想建立一个研究所来保管我们收集的脸书、点击流和消费者数据，供心理学家、人类学家、社会学家和数据科学家使用——任何对此感兴趣的学者都可以使用。让我在伦敦艺术大学的时尚学教授们高兴的是，科根甚至同意让我插入几个服装款式和美学方面的测试项，方便我撰写博士论文。我们打算走访世界各地的大学，不断扩大数据集，这样的话，我们就可以开始为社会科学领域的话题建模。哈佛医学院的一些教授建议我们读取他们几百万病人的基因档案，这下连我都对这个创意的演化表示惊诧了。科根告诉我，想象一下，如果把个人真实的数字行为数据库和他们的基因数据库打通，威力会有多大。科根很激动——有了基因数据，我们就可以运行

强大的实验，找到先天重要还是后天重要这个辩论的终解。我们知道自己正站在一股大浪潮的风口浪尖上。

我们的第一批数据来自一个叫Amazon MTurk（亚马逊土耳其机器人）的微任务网站。起初，MTurk仅供亚马逊公司内部使用，以支持一个图像识别项目。该公司需要训练算法，让它们学会识别照片。该项目的第一步是对照片进行人工标注，然后人工智能才能用标注正确的照片集进行学习。亚马逊愿意为每个人工标注支付一美分的酬劳，结果成千上万的人报名参加这个工作。

亚马逊公司看到了商机，于是在2005年把MTurk剥离出来，让其独立经营，称之为“人工的人工智能”。现在，其他公司可以在这个平台上花少量的钱请人在空余时间完成一些微任务，例如录入收据扫描件、识别照片等。这其实就是让人从事机器的工作，甚至MTurk这个名字也值得玩味。MTurk是“Mechanical Turk”（土耳其机器人）的简写，这是18世纪时的一台会下棋的“机器”，当时引起世人的惊叹，但真相是机箱里面藏了一名矮小的男子，是他操纵着特制的杠杆移动棋子。

心理学家和大学研究人员很快就发现，用MTurk来动员大批人员进行人格测试是一种很好的方式。有了它，研究人员就不需要四下征集愿意做问卷的大学本科生，更何况由大学本科生组成的样本并没有真正的代表性，而是可以吸引到世界各地形形色色的人。他们可以邀请MTurk会员做一个一分钟测试，然后支付一点点报酬。测试结束时，屏幕上会出现一个支付码。接受测试的人可以把这个支付码输入亚马逊页面上，亚马逊就会把报酬转到他们的亚马逊账户里。

科根开发的应用程序同MTurk相呼应：要是有人同意接受有偿测试，他们则必须在脸书上下载科根的应用程序才能拿到这一小笔报酬。他们往应用程序里输入一个特殊代码，该应用程序就会提取问卷调查的所有答案，存入一张表。随后它会提取该用户的所有脸书数据，存入第二张表。再之后，它会提取该用户所有脸书好友的数据，存入第三张表。

用户会填写各种各样的心理测量问卷，但每张问卷的开头都是一个经过同行评审及国际验证的人格测量工具，名为“大五人格量

表”（IPIP NEO-PI）。这个测量工具里包含几百道测试题，例如“我跟他人保持距离”“我喜欢听到新见解”和“我不假思索地行动”。回收的问卷同脸书上的点赞数据结合后就可以做出可靠的推断。例如，外向型人格更偏好电子音乐，开放性得分高的人更喜欢魔幻电影，神经质得分高的人喜欢浏览“我讨厌我父母看我的手机”之类的页面。不过，我们能推断出来的不仅限于人格特质。也许下面的推断没什么让人惊讶的，但在脸书上给小甜甜布兰妮·斯皮尔斯、魅可化妆品或Lady Gaga点赞的美国男子是同性恋的概率比较高。虽说每一个单独的点赞都不足以预测出什么东西来，但当它同成百上千个其他的点赞结合起来之后，再加上别的选民或消费者数据，就可以做出强大的预测。心理画像算法一旦受过训练、得到过验证，就可以用在脸书好友的数据库上。虽然我们没有专门用于对好友进行画像的问卷调查，但我们可以查看他们的点赞页面，这表明算法可以读取那些数据，推断如果该用户的好友填写问卷的话会怎么回答。

这个项目持续了一整个夏天，我们探索过的心理学建构体越来越多，而科根的建议也开始同班农的要求完美匹配。科根勾勒了下一步研究的走向，他说我们应该开始考察人们的生活满意度、公正意识（对他人公正还是抱有怀疑态度），以及一个叫作“感官刺激和极端兴趣”的建构体。后者在法医心理学中日渐被用于理解越轨行为，这种行为可以细分为“尚武精神”（枪支、射击、武术、十字弓、刀具）、“极端神秘主义”（毒品、黑魔法、异教信仰）、智力活动（唱歌和音乐制作、国外旅行、环保）、“轻信神秘现象”（超自然现象、飞碟）和“有益健康的爱好”（露营、园艺、徒步）。我最喜欢的是一个总分为五分的量表，测量人对“星座的信仰”。办公室里的几个同性恋者开玩笑说，我们应该把它剥离出来，开发一个“星象匹配度”功能，将其连接到同性恋交友软件“基达”上。

通过科根的应用程序，我们不但获得了一个助力我们创建高质量算法的训练集——因为数据极其丰富、密集、有意义，而且还额外获得了成百上千个好友的档案。所有这些好处的代价不过是每安装一次付费一到二美元。第一轮数据采集结束了，我们的预算还没花完。管理学总说项目运行有一条黄金法则：你可以低成本、快速或者高质量地完成一个项目，问题是，你只能在其中三选二，因为你永远不可能同时达成这三个目标。这是我生平第一次见到这条黄金法则被打破

——科根在脸书上开发的应用程序比我能想象的任何其他工具都更快、更高质量、更便宜。

我们计划在2014年6月上线这个应用程序。我记得当时天气很热：虽然夏天快到了，但尼克斯为了省钱把空调关了。我们已经花了好几周的时间调校这个应用程序，以确保万无一失，能够收集到正确的数据，而且这些数据导入内部数据库时也不会出差错。平均而言，一份问卷能够带来300份其他人的档案，他们每人都有几百个点赞供我们分析。我们需要组织和追踪所有的这些点赞。整个脸书网站上有多少帖子、照片、链接和页面可以点赞呢？几万亿个。例如，俄克拉何马州一个随机选取的乐队的脸书页面在整个美国可能有28个人点过赞，但这在特征集里仍算作这个乐队自己的点赞数据。如此大规模的复杂项目很容易出错，所以我们花了很多时间测试处理大规模数据集的最佳方式。一旦我们有了足够的信心，确保一切顺利，项目就该上马了。我们往账户里存了10万美元，用来在MTurk上招募用户，然后静静等待。

当时我们都站在电脑旁，而科根在剑桥。科根启动了应用程序，然后有人说："可以。"就这样，我们的项目上线了。

上线伊始的情况只能用史上最虎头蛇尾的项目启动来描述。什么动静都没有。五分钟过去了，十分钟，十五分钟，办公室里的人开始焦虑地走动起来。"这怎么回事？"尼克斯咆哮起来，"我们干吗站在这儿？"不过，我知道要过一会儿MTurk上的用户才会注意到我们的调查问卷、填写问卷，然后安装应用程序以便领取报酬。就在尼克斯开始抱怨后不久，第一份数据来了。

之后是洪水大浪。我们收到了第一份档案，两份，二十份，一百份，然后是一千份——全都在几秒钟之内涌入了我们的系统。朱西卡斯在档案计数器上安装了一个随机作响的提示音，主要是因为他知道尼克斯喜欢傻乎乎的音效，而且看到尼克斯很容易被那些老套的技术花招所吸引让他觉得很好玩。随着档案数字的急剧上升，朱西卡斯的计算机嘟嘟嘟地响个不停。越来越多的好友档案进入数据库，计数器尾数上的零越来越多，数据表的个数也呈指数级增长。任何人看到了都会激动，但对我们当中的数据科学家来说，这相当于给他们打了一针高纯度的肾上腺素。

我们文雅的首席技术官朱西卡斯抓起一瓶香槟酒。他这人待人友好，喜欢派对，一直坚持办公室里要放一箱香槟酒以备庆祝之需。这下可用上了。他在立陶宛苏维埃社会主义共和国衰落时期一个赤贫的农场长大，后来历经多年，将自己重塑为剑桥精英，一个信奉今朝有酒今朝醉的花花公子，因为明天你就可能离开人世。朱西卡斯做什么都会极端、过火。正因为如此，他此前为办公室买了一把拿破仑战争时期的古董军刀，现在它派上用场了。既然有军刀，开香槟干吗要走寻常路?

他抓起一瓶巴黎之花美丽时光香槟（他的最爱），解开固定软木塞的外包装，倾斜瓶身，优雅地一挥军刀，瓶塞就被干净利落地削掉了，香槟喷了出来。我们注满酒杯，欢庆成功。这是我们当晚喝掉的许许多多瓶香槟中的第一瓶。朱西卡斯后来解释说，用军刀开香槟不是暴力破解，你得研究瓶身，精确优雅地击中它最薄弱的地方。如果找对了地方，你只需要施加很小的外力——基本上就是让酒瓶自己打开。你黑进了酒瓶设计的缺陷。

默瑟刚投资那会儿，我们以为自己能有几年时间把项目完全搞起来，但班农立马打破了我们的幻想。“九月份就得搞好。”他说。我说是不是有点太快了。他说：“我不管，我们刚给了你们一千多万，这就是你们的截止日期。想办法去吧。”2014年中期选举即将到来，他要在那之前让“里彭项目”——里彭是共和党成立的地方，在威斯康星州，班农用它来命名我们当时的那个项目——投入使用。我们许多人都朝班农翻白眼。自打投资我们公司后，他变得越来越古怪。不过我们觉得还是要安抚他对政治的痴迷，这样我们才有可能创造出颠覆科学的东西来。只要目的正当，就可以不择手段。我们不断用这话安慰自己。

为了视察项目进展，他来伦敦的次数增加了。其中有一次他到访的时候，我们的应用程序刚刚上线不久。我们再次坐进会议室，会议室前面有一块巨大的屏幕。朱西卡斯做完简要介绍后转向班农。

“随便说个人名吧。”

班农似乎被逗乐了，说了个人名。

“好的，现在随便说个州。”

“我不知道，”他说，“内布拉斯加州吧。”

朱西卡斯在查询框里输入了人名和州名，屏幕上跳出一个链接列表，全是内布拉斯加州叫这个名字的人。他点击了其中一个，有关她的一切都显示在屏幕上。有她的照片，她的工作地点，她的家，她的孩子们，孩子们的学校，她开的汽车。2012年她把票投给了米特·罗姆尼，她爱水果姐凯蒂·佩里，她开奥迪，她有一点点简单……我们知道她的一切，而且她的许多档案信息还在实时更新中，所以要是她正好在脸书上发帖，我们就能看到。

我们不但有她所有的脸书数据，而且还把这些数据同我们买来的商业数据和州管理局数据融合起来。此外，我们还有从美国人口普查数据里得出的估算值。我们有她的抵押贷款申请数据。我们知道她挣多少钱，有没有枪。我们有她的飞行里程信息，所以知道她出行乘飞机的频率。我们看得出来她是否结了婚（她没结婚）。我们了解她的健康状况。我们还有她家的卫星图片，很容易就能从谷歌地球获得。我们在电脑里重建了她的人生。她对此一无所知。

“再给我另外一个名字。”朱西卡斯说。他又示范了一遍。然后又一遍。到第三个画像的时候，尼克斯——他几乎一直都心不在焉——突然坐直了。

“等等，”他说，眼睛在黑框眼镜后面瞪得溜圆，“这种个人资料，我们有多少份？”

“你这人怎么搞的？”班农插嘴道，恼火地看了尼克斯一眼，觉得他对项目很不上心。

“我们现在有几千万份个人资料，”朱西卡斯说，“按照这个速度，到年底我们就可以累积到两亿份，只要经费充足。”

“我们对这些人了如指掌？”尼克斯问。

“对，”我告诉他，“重点就在这儿。”

尼克斯眼睛一亮。这是他头一回真正弄明白我们在做什么，他对“数据”和“算法”这样的东西一点兴趣都没有，可是一旦在屏幕上看见

了真人，并知晓此人的一切，他就被迷住了。

“我们有他们的电话号码吗？”尼克斯问。我告诉他有。然后，在他那偶尔爆发一次的奇思妙想的驱使下，他打开免提电话，要我们报电话号码给他。朱西卡斯一边报，他一边用力按下数字。

铃响了几声后，有人接听了。我们听到一个女人说“喂？”。尼克斯用他最优雅的腔调说：“您好，女士，非常抱歉打扰您，但我是从剑桥大学给您打来的电话。我们在做一项调查，请问珍妮·史密斯女士在吗？”那个女人说她就是，于是尼克斯开始根据我们从她数据里了解到的情况向她发问。

“史密斯女士，可否透露一下您对《权力的游戏》这部电视剧的看法？”珍妮对这部电视剧赞不绝口，正如她在脸书上的评论。“上次大选您是不是把票投给了米特·罗姆尼？”珍妮确认了这一点。尼克斯又问她的孩子们是否在某某小学上学，珍妮也确认了。我转头看班农，他咧嘴大笑着。

尼克斯挂断电话后，班农说：“让我试一次！”会议室里的所有人都轮流试了一次。想想看，这些人坐在艾奥瓦州、俄克拉何马州或印第安纳州家中的厨房里，跟一帮远在伦敦的家伙打电话，后者眼前有他们家的卫星图片、全家福照片等他们所有的个人信息，真是离奇。现在回想起来，班农——当时还寂寂无闻，一年多后才会因为担任唐纳德·特朗普的顾问而臭名昭著——坐在我们的办公室里随机打电话给美国人，问他们很个人的问题，真是疯狂，而且接电话的人还很乐意回答。

我们成功了。我们在电脑里重构了几千万个美国人，几亿份美国人的数据还在路上。这是一个史诗性的时刻。我为我们创造出了这么强大的东西感到自豪。我相信接下来几十年人们一直都会谈论它。

注释：

[1]研究结果能够推论到样本的总体和现实环境中去的程度，表示出研究的代表性和普适性。

第七章 黑暗三人格

> 自由地探索，不受琐碎的组织内斗的羁绊，或首次尝试的理念不因其新而遭到冷落，这于我而言是第一次。……剑桥大学的教授们经常夸奖我们这个项目极具开创性，心理学和社会学有可能因此而前进，这让我感觉自己肩负某种使命。

到了2014年8月，即我们的应用程序仅仅上线两个月后，剑桥分析就收集到了超过8700万个脸书用户的完整的数据，其中多数用户来自美国。因为MTurk上所有用户的资料都有了，所以我们转用另外一家叫Qualtrics的公司。这是一个总部设在犹他州的调查平台。剑桥分析几乎立刻就成了该公司最大的客户之一，印有Qualtrics标志的礼品袋接踵而来。朱西卡斯会在他那剪裁得体的萨维尔街西装里穿一件印有“我♥Qualtrics”的T恤到处走，大家觉得既好笑又荒谬。剑桥分析会收到来自普罗沃的发票，每次都是为他们“脸书数据采集项目”新增的2万名用户开的。

剑桥分析刚一开始收集这些脸书数据，帕兰提尔公司的高管就来打听。当他们得知我们团队已经收集的数据量——而且脸书听任剑桥分析这么做——之后，兴趣明显大增。来跟剑桥分析见面的高管想知道这个项目的运作原理。很快，他们就联系我们的团队，希望能够使用我们的数据。

当时，帕兰提尔还在为美国国家安全局和英国政府通信总部效力。那里的员工告诉剑桥分析，如果两家合作，就有可能在法网上打开一个很有意思的漏洞。2014年夏天在位于索霍广场的帕兰提尔英国总部召开的一次会议上，有人指出政府安全机构以及帕兰提尔这样的承包商不可以大规模地采集美国公民的个人数据，如果这样做就是违法，然而——注意了——民调公司、社交网络和私营企业可以这么做。而且我得知，虽然直接监视美国人被禁止，但是美国情报机构可以利用美国人或美国企业向它们“自愿提供”的有关美国公民的信息。听到这里，尼克斯身体前倾，说道：“你的意思是说……像我们这样的

美国民调公司。”他咧嘴笑了。当时我以为没人当真，但我很快就意识到自己低估了大家对获取这些数据的兴趣。

帕兰提尔的某些员工想到，脸书有潜力成为美国国家安全局能想象到的最好的秘密监视工具，条件是有另外一个实体“自愿提供”数据。这里我必须声明，这些谈话都是假设性的，帕兰提尔高层是否清楚这些讨论的详情未知，帕兰提尔公司是否有收到过来自剑桥分析的数据也未知。这些员工向尼克斯建议，如果剑桥分析允许他们访问采集到的数据，那么他们至少在理论上可以合法地把数据传递给美国国家安全局。在这种情况下，尼克斯告诉我，我们迫切需要跟帕兰提尔达成一个协议，“捍卫我们的民主”。当然了，这才不是尼克斯愿意让他们获取数亿美国公民的所有私人数据的真正原因。我们第一次见面时尼克斯就吐露过，他的梦想是成为“宣传界的帕兰提尔”。

帕兰提尔的一位首席数据科学家开始定期来剑桥分析办公室，跟我们的数据科学团队一起构建画像模型。他偶尔还会带同事来，但对于这整个安排，剑桥分析其他团队的成员都被蒙在鼓里——或许帕兰提尔内部也是同样的情况。我无法推测出其中原因，可帕兰提尔的员工会收到剑桥分析数据库的登录名和发件人一栏明显就是假名的电子邮件，例如“房地美博士”（房地美是2008年住房危机期间受到美国联邦政府救助的抵押贷款公司）。不过我确实知道，帕兰提尔的数据科学家在着手开发他们自己的脸书数据采集应用程序和数据抓取工具后，尼克斯请他们晚上加班，研发用于复制科根同期获取的数据的应用程序，甩掉科根。脸书应用程序不再是唯一采用的工具，剑桥分析开始测试各种看似无害的浏览器扩展工具，如计算器和日历，以便获得用户在脸书上的会话凭证。这样一来，剑桥分析就能以目标用户的名义登录脸书，采集他们和他们好友的数据。这些扩展工具事先被递交给几大常用网络浏览器的独立审核流程，而且都获得了批准。

我不清楚当时帕兰提尔公司的这些高管究竟是以官方名义还是非官方名义到访剑桥分析的，帕兰提尔公司此后一直坚持只有一名员工以个人名义在剑桥分析工作。老实说，到了这个地步，我真不知道该相信谁、相信什么。跟他同非洲项目的承包商打交道的做法一样，尼克斯经常会把一大包一大包的美钞带进办公室，同承包商进行现金结算。承包商干活的时候，尼克斯就坐在他的办公桌后面点数绿钞票，

把它们分成一小堆一小堆的，每堆都有几千美元。有时候，承包商一周就能拿到几万美元。

多年前，尼克斯申请加入英国的外国情报机构军情六处，结果被拒绝了。他经常拿这事开玩笑，说他之所以被拒是因为自己不够无趣，与大家格格不入。但这次拒绝显然让他很受伤。现在他几乎一点都不介意谁能看到剑桥分析的数据，为了听到别人夸他有多了不起，他愿意显摆给任何人看。

2014年暮春，默瑟的投资到位后，剑桥分析大肆招聘心理学家、数据科学家和研究人员。尼克斯引进了一个新的管理团队来组织快速增长的研究业务，虽然我保留了研究总监的头衔，但新来的运营经理们全权监督和规划这个快速成长的部门。似乎每天都有新项目出现，我有时候都搞不清楚项目是怎么获批开工的，为什么获批。我向尼克斯抱怨说自己对谁在做什么一无所知，他却觉得没问题，只是一心扑在声望和金钱上。他告诉我，卸掉部分担子和工作但头衔不变，大多数人都会觉得这是个美差。

这时候，我的确觉得一切都开始变得怪怪的，但每次跟同事们谈论起来，我们都设法相互安抚，为公司发生的一切找到合理的解释。尼克斯会讲那些上不得台面的事情，可他就是那样的人，没人会认真对待他。在默瑟扶植班农后，我要么忽视一些事情，要么为某些事情找了借口。事后想起来，它们显然都是红旗警告。班农有他“小众”的政治利益，但默瑟似乎为人严肃，不会涉猎班农那些没有价值、用于助兴的政治表演。如果要回答默瑟为何乐意砸钱在我们这么一个高度投机性的项目上，潜在的财务利益这个解释要合理得多。毫不夸张地说，默瑟在剑桥分析尚未收集到任何数据、不曾研发出任何软件之前就给了它几千万美元。从任何投资者的角度来看，这都是一笔高风险的种子资本[1]投资。然而，剑桥分析也知道默瑟既不愚蠢也不鲁莽，他投资前必定仔细计算过风险。当时，团队里有许多人都单纯地认为，为我们的创意冒了这么大的财务风险，默瑟一定期望我们的研究能让他的对冲基金赚得盆满钵满。换句话说，我们这家公司的成立不是为了推动另类右翼的崛起，而是为了帮默瑟挣钱。尼克斯对金钱毫不掩饰的热爱更是证实了大家的猜测。

当然了，现在我们后知后觉，知道事实并非如此。我没别的话可说，只能承认当时的自己比我想的还要天真。虽然相比同龄人，我的经验要丰富得多，可我那时只有24岁，显然还有很多东西要学。我加入SCL是为了帮助公司探索反激进化等领域，从而协助英国、美国及其盟国对抗新近涌现的线上威胁。我逐渐习惯了这类工作不同寻常的环境。在外人看来，这里似乎怪事连连，但我却觉得正常。信息战可不是什么普通的朝九晚五的案头工作，而且你遇到的人或情境都有点奇特。无论何时，但凡有人问起在某个遥远的国度开展的秘密项目是否符合道德标准，这人的天真和不通世情一定会遭到嘲笑。

自由地探索，不受琐碎的组织内斗的羁绊，或首次尝试的理念不因其新而遭到冷落，这于我而言是第一次。虽然尼克斯是个浑人，但他的确放手让我尝试新理念。科根加盟后，剑桥大学的教授们经常夸奖我们这个项目极具开创性，心理学和社会学有可能因此而前进，这让我感觉自己肩负某种使命。要是他们在哈佛大学或斯坦福大学的同行也对我们的工作感兴趣的话，我想我们肯定是摸到了门道。科根提议建立的那个研究所真的让我大为振奋。我预见到解锁这些数据后，世界各地的研究人员将在多个领域有所突破。我的话可能有陈词滥调之嫌，但当时我真心觉得自己在干一件大事——不只为默瑟，也不只为公司，而是为科学。然而，在这种感受的主导下，我让自己容忍了不可容忍之事。我告诉自己，为了真正认识社会，我必须钻研人性的黑暗面，哪怕它令人不适。要是我们不研究种族偏见、权威主义或者厌女倾向，我们怎么弄得懂它们呢？不过当时我还没有弄清楚研究某物和实际创造某物之间的界限。

班农取得了对公司的控制权。这位文化斗士野心勃勃，而且非常高深莫测。他认为，侧重选民种族的民主党人的身份政治，其实不如共和党人的身份政治强大，因为后者一贯坚称美国人的身份超越肤色、宗教偏好或性别。住在拖车公园里的白人男子不会认为自己归属特权阶层，虽然其他人可能会因为他的肤色而有此感觉。每一个人的头脑里都蕴含着多重身份认知，而班农的新工作就是想办法针对不同的身份认知进行目标定位。

我告诉班农，剑桥分析注意到的最突出的一点是许多美国人都觉得自己困居柜中——不只是同性恋者。我们先是通过焦点小组讨论识别出这一点，然后通过对在线样本库进行定量研究加以证实。异性恋

白人男子，特别是年纪较大的那个群体，从小就被灌输了一套价值观念，认为自己享有一定的社会特权。从前，白人直男周围有女性或有色人种时说话不必有节制，因为不经意间表现出的种族主义和厌女倾向是他们的常态化行为。随着美国社会规范的演变，这些特权逐渐被削弱，许多此类白人直男的行为首次受到质疑。如今在工作场所跟女秘书“信口调情”会危及你的工作，在非裔美国人聚居的城区谈论“暴徒”会让你的同侪避之不及。这些遭遇往往令他们不适，而且威胁到了他们“普通人”的身份。

以前不习惯抑制自己的冲动、注意自身的肢体语言和缓和言辞的男子不得不费心费力地改变，不断纠正自己的公众表现。他们觉得自己遭受了不公的待遇，因而愤愤不平。让我觉得有意思的是，这些愤怒的直男的话语跟同性社群追求自由的话语非常相似。这些男子开始体会到密闭柜中的苦楚，不喜欢那种必须改变自己才能被社会认可的感觉。虽然同性恋困居柜中的原因跟种族主义者和厌女者困居柜中的原因大相径庭，但这些白人直男还是在自己的头脑里感觉到了一种主观上的压迫性体验，而且他们已经准备好“出柜”，让美国重回伟大——对他们而言的伟大。

“你想想，”我对班农说，“茶党[2]集会传递的信息跟同志骄傲大游行传递的信息一样：请勿践踏我！让我做我自己！”愤怒的保守派人士感觉他们不再能当“真男人”，因为女人不肯和那些沿袭千年男性行为的男人约会。为了取悦社会，他们不得不隐藏真我，为此他们很恼火。在他们心目中，女性主义把“真男人”锁进了柜中。这令人蒙羞，而班农知道受辱男人的力量势不可当。这是他很愿意探索（和利用）的一种心态。

剑桥分析创立后刚刚崭露头角的非自愿独身者社群正是他心中的目标。非自愿独身者指的是那些被社会——特别是被女性——无视和严惩的男子，该社会不再看重普通男性。非自愿独身者社群是男权运动的一个分支，其部分动因是随着日益增长的经济不平等，千禧一代的年轻人无法像父辈一样从事高薪工作。除了丧失经济特权，传统和社交媒体所偏好的越来越不可企及的男性形象的标准也让他们深受其害（公众对男性所承受的身材压力和性别压力的认知不如他们对女性在这些问题上的认知）。长相在约会中日益重要，越来越多的人通过快速左滑屏幕上的照片（不喜欢）还是右滑屏幕上的照片（喜欢）决

定是否与其约会。此外，随着女性在经济上的日益独立，她们有条件对伴侣精挑细选。既不够好看、收入又不够高的“普通男人”就经常面临爱意被拒之门外的严酷现实。

部分此类男性开始在4chan这样的网络论坛上集结。后来这些论坛逐步衍生了众多板块，有表情包、奇幻饭圈、小众色情、流行文化和身处日渐碎裂的社会中的不得志男性的反文化思潮。21世纪初的那10年间，不得不独居的青年男子开始进行虚无主义的讨论。他们创造了描述自身处境的新词汇，包括“贝塔男”（下等男人）、“阿尔法男”（上等男人）、“自愿独身者”、“MGTOW”（男人有男人的活法，离开女人）、“非自愿独身者”和“机器人”（罹患阿斯伯格综合征[3]的非自愿独身者）。

尽管身为白人直男本来就享有一定特权，但这些群体缺乏身份认同、方向和自我价值感，所以一旦找到什么能让他们有归属感并团结起来的东西，他们就紧抓不放。非自愿独身者将自己界定为社会上的“贝塔男”，他们中有许多人都会谈到接受“黑药丸”（black pill）的那一刻——想到他们所相信的都是某些与性魅力和浪漫吸引力有关的固有真理的时刻。他们在论坛上讨论的话题包括“自杀燃料”，罗列他们在日常生活中遭受的强化他们无望感和自惭形秽感的被拒事件。许多非自愿独身者的这种愤怒和绝望演变成了极端的厌女倾向。

黑药丸的信条冷酷又死板，宣称女人只看重外表，性吸引力按一定的特征划分为三六九等，种族也是划分标准之一。非自愿独身者会转发一些图表和评论，表明白人男性具备先天优势，因为所有族群的女性均乐意接纳白人伴侣，而亚洲男性则明显处于劣势。胖人、穷人、老人、残障人士和有色人种都被归入美国最没人要的群体。非自愿独身者中的非白人还会使用“JBW”——“就因为他是白人”——这样的说法，来试图解释他们眼中自身所具有的天生的种族劣势或者用于纾解自己心中的不平。他们公开承认白人特权的频率令人吃惊，但非自愿独身者的话语会把白人特权框定为白人天生的种族优越性的一部分，至少在性选择方面如此。

非自愿独身者之间经常分享笑话和表情包，抵制他们所谓的“终身监禁”，发动贝塔男暴动或叛乱，为性的再分配进行斗争。然而，这种诡异的幽默背后涌动的是由于一辈子都在遭受拒绝而产生的怒气。在

下滑屏幕浏览这些受害者的叙事的时候，我不禁回想起极端“圣战”分子在媒体上招募时的叙事。两者有着同样天真的浪漫主义色彩，让受压迫的人打破索然无味的社会施加给他们的枷锁，摇身一变，成为名声大噪的叛逆英雄。同样，这些非自愿独身者被社会上的“赢家”所深深吸引，例如唐纳德·特朗普和米洛·扬诺普洛斯。依照他们扭曲的观点，这两人是竞争心超强、残忍对待他们的阿尔法男的典范，正适合带领他们冲锋陷阵。这类人中有许多蠢蠢欲动的年轻人愿意把当前的社会夷为平地。班农试图通过布赖特巴特新闻网向他们提供一个发泄渠道，但他的野心不止于此。他认为在他未来进行“叛乱”之时，这些年轻人会是他在早期招募到的成员。

2014年夏天剑桥分析成立时，班农的目标是通过改变文化来改变政治，来自脸书的数据、算法和叙事是他的武器。首先，我们运用焦点小组讨论和定性观察来解锁某个既定人群的认知，了解他们在意的东西——任期限制、暗深势力、抽干沼泽、控枪和建高墙挡住移民这些话题。这些我们早就在2014年探讨过了，比特朗普竞选要早好几年。接着，我们想出如何影响民意的假设。剑桥分析通过在线样本库或实验在细分的目标人群身上测试这些假设，用数据来判断这些假设是否成立。我们还收集脸书用户的资料，寻找规律，以构建一个神经网络算法来帮助我们做预测。

少数特定人群表现出自恋（极端以自我为中心）、马基雅维利主义（无情的利己主义）和精神病态（情感抽离）的特质。跟所有人身上都或多或少体现的属于正常心理的人格五因素——开放性、尽责性、外向性、宜人性和神经质——不同，“黑暗三人格”属于社会适应不良，也就是说，一般而言，有此类人格障碍的人更可能做出反社会的行为，包括犯罪行为。根据剑桥分析收集的数据，研究团队可以识别出具有神经质和黑暗三人格特质的人，以及那些比普通公民更容易因冲动引发怒气或者接受阴谋论的人。剑桥分析会瞄准他们，通过脸书群组、广告或文章等向他们灌输特定叙事。这些叙事都是公司事先通过内部测试获得的，更可能煽动具有此类特质的极小众群体。剑桥分析希望挑动这些人的神经，让他们参与到政治中来。

之所以这样做，是因为当时脸书的算法有一个特别的属性。要是某个脸书用户关注沃尔玛这样的大众品牌的页面或者某部在黄金时段播出的情景喜剧，他接收到的新闻推送就不会有太大变化。但如果某

个用户点赞了某个极端团体，如“骄傲男孩”（Proud Boys）或“非自愿独身者解放军”（Incel Liberation Army），那么算法就会把这个用户同其他用户区别开来，此后推荐引擎就会优先推送这些极端话题，做到新闻的量身定制。也就是说，脸书网站的算法会汇聚并推送类似的报道和页面，目的是提高该用户的参与度。在脸书看来，参与度的提升是唯一重要的度量标准，因为参与度越高，用户停留在脸书页面上看到广告的时间就越长。

这就是硅谷赫赫有名的衡量标准“用户参与度”的阴暗面。社交媒体极度倚重参与度的提升，所以它们经常侵害大脑的适应机制。碰巧，社交媒体上最抓人眼球的内容往往不是恐怖到令人发指就是让人一看就怒火中烧。进化心理学家认为，人类为了在前现代时期生存下来，养成了对潜在威胁的不成比例的高关注度。相比惊叹于头顶美丽的蓝天，我们直觉上会对横陈地面的腐烂尸体身上的血迹和创伤更敏感，因为关注后者能提高我们的生存概率。换句话说，我们人类在进化的过程中学会了密切关注潜在威胁。为什么看到惊悚视频时你的视线就挪不开？原因就在于你是人。

社交媒体平台还使用旨在激活我们大脑里“玩乐回路”和“可变强化程序”的设计，频繁但无规律地给我们奖励，既吊起我们的胃口又令我们捉摸不透，无法做出规划，从而在我们的大脑里建立起一个自我强化的不确定性、期待和反馈的回路。老虎机中奖的随机性让玩家无法制定制胜战略或做出规划，所以为了中奖，玩家只能一直玩下去。中奖的频率正好让你在失败之后愿意重整旗鼓继续玩。在赌博界，赌场挣钱靠的是赌徒玩的把数。在社交媒体界，社交平台挣钱靠的是用户的点击数。所以新闻推送页面可以无限滚动——用户不断刷屏、浏览内容跟赌徒一次又一次地扳动老虎机没有多大差别。

2014年夏天，剑桥分析开始在脸书和其他平台上投放模仿真实论坛、群组和新闻来源制作的虚假网页。这是剑桥分析的母公司SCL在世界其他地方对抗叛乱时所使用的司空见惯的战术。目前还不清楚究竟是公司里的哪个人拍板下令传播不实信息的，但许多此前数年满世界跑搞心理战的宿将对此一点都不觉得诧异。他们不过是把承接的英美客户的项目里对待巴基斯坦人或也门人的那套方法用到了美国人身上。剑桥分析从在局部区域投放不实信息入手。它会创建一些右翼网页，给它们取含义模糊的名字，例如“史密斯县爱国者”或者“我爱我的

国家”。基于脸书推荐算法的工作原理，这些页面会出现在早已点赞过相似内容的用户的新闻推送里。要是用户加入了剑桥分析创建的假群组，该公司就会在群组里发布可以进一步煽动和激怒用户的视频和文章。群页面上的对话怒气冲天，大家纷纷感叹某事的可怕或不公。剑桥分析打破了社会壁垒，培养出跨群体的关系。与此同时，它还在不断地测试和优化所传播的信息，以期实现最高的用户参与度。

现在，剑桥分析拥有了以下三类用户：第一类是自我认定为极端群体成员的用户，第二类是专属用户，第三类是可以用数据操控的用户。许多对剑桥分析的报道给人一种错觉：每个人都是剑桥分析的定向传播目标。事实上，剑桥分析瞄准的人并不多。它不需要创建一个浩大的目标人群，因为多数选举都是零和博弈：如果你比对手多拿到一张选票，你就胜出。剑桥分析只需要影响一小群人，然后就可以静观它所创造的叙事的传播。

一旦某个群组达到一定的人数，剑桥分析就会举办一场线下活动。剑桥分析的团队会选择一个小型聚会场所——咖啡店或酒吧，以给人留下参加者众多的印象。假设你有一个1000人的群组，按脸书的标准，这个规模一般。即使这个群组里只有一小部分人出席，那也有几十人。40个人挤在本地的一家咖啡店里，给人的感觉就像一大群人。参与者们惺惺相惜，同仇敌忾，偏执又多疑。很自然地，他们会觉得自己加入了一个伟大的运动。此外，他们之间的交流会为彼此的偏执和对阴谋论的恐惧添一把火。有时候，某个剑桥分析的员工会扮演“同盟者”——这是军队为了激起目标群体的焦虑感常用的一种手段。不过大多数时候，这些聚会不需要外人煽风点火。受邀者之所以被选中，是因为他们具有某些特质，所以剑桥分析一般知道他们见面后会有什么样的反应。这种聚会从共和党初选州的各县开始，随后扩散到全美各地，而参与者在见证了所谓的“我们对抗他们”之后，情绪越来越激动。从前，他们于深夜独坐在卧室里，点击一个又一个的链接，展开数字狂想。如今，数字狂想变成了他们的新现实。他们所认同的叙事活生生地展现在他们面前，同他们对话。这个叙事到底是不是真实的已经不再重要，只要感觉真实就够了。

最终，剑桥分析成了美国及其盟国在别国采用过的一个战术的数字化、大规模部署且自动化的版本。我刚去SCL上班的时候，该公司已经在南美某个国家开展了反毒品计划。当时采用的战略，从某种程

度上来说，就是识别贩毒团伙内部的某些目标人物，挑起内乱。SCL首先会寻找那些最低垂的果实，即由SCL的心理学家推断出来的那些性格不稳定、更容易产生偏执想法的人。然后，SCL会想办法暗示他们——“老大们正在侵占你应得的那一份”或者“他们会叫你当替罪羊”。其目的就是策反他们。有时候，如果一个人不断接收到同样的信息，他们就会信以为真。

一旦最初选定的那些个体暴露在新叙事下的次数足够多，安排他们相互见面的时机就成熟了。这样他们就能形成一个团体，而后进行组织。他们会相互交流听来的谣言，相互加剧彼此的偏执。接着，你就可以引入下一个层级的定向瞄准目标：那些在谣言的狂轰滥炸下开始半信半疑的人。就这样，你一步一步地从内部动摇一个组织。剑桥分析想在美国做同样的事情，而社交媒体就是它的先锋。一旦某个县成立了团体并开始活动，你就介绍他们跟隔壁县的类似团体认识，然后你重复做这件事。假以时日，你就掀起了一个由神经质、相信阴谋论的公民参与的全州性运动——另类右翼运动。

内测还表明，剑桥分析试验性推送的数字和社交广告的内容能有效提升用户的在线参与度。剑桥分析在给某些定向目标推送线上试验广告前，已经把他们的画像同他们的投票记录匹配起来，所以知道他们的用户名和在真实世界中的身份。接着，剑桥分析开始利用这些广告的参与率来测算广告对选民投票率的潜在影响。一份公司内部的备忘录特别强调了一个包括前两次选举未参选的已登记选民的实验的结果。根据剑桥分析的估算，即使点开剑桥分析推送的新广告的那些非经常性参加投票的选民中只有25%最终出门投票，共和党在几个关键州的参选率也能提高1%左右。而在旗鼓相当的竞选中，1%往往能决定成败。史蒂夫·班农得知后非常高兴，但他要剑桥分析继续探索，而且进入更隐秘的地方去探索。他想测试美国人心理的可塑性。他敦促我们在研究中纳入包含种族偏见的提问，以便观察人们在刺激下能走多远。剑桥分析开始测试一些有关黑人的提问，例如，没有白人的帮助他们能在美国成功吗？基因是否预先决定了他们会失败？班农相信，民权运动限制了美国的“自由思考”。他决意解放人民，向他们揭示那些在他看来是被禁止的关于种族的真相。

班农猜想，有一大批美国人因为害怕被贴上“种族主义者”的标签而缄口不言。剑桥分析的研究结果证实了他的猜测，美国大地到处都

有为了不遭排斥而不敢发声的种族主义者。不过，班农的关注范围不限于他那崭露头角的另类右翼运动，他还想到了民主党人。

虽说典型的民主党人在支持少数族裔方面讲得很动听，但班农看出他们是在用表面上的觉悟掩饰自己潜在的家长式作风。他认为民主党里充斥着“乘坐豪华轿车的自由主义者”——这是1969年纽约市长竞选期间冒出来的新词，旋即就被民粹主义者挪用于诋毁民主党那些不切实际的社会改良家。这些白人民主党人士一方面支持校车制，另一方面却把自家孩子送到以白人为主的私立学校去；或者他们对外宣称很关心市中心区，自己却住在有围墙、有警卫的小区里。“民主党人老是把黑人当孩子看待，”班农有一次在电话里说，“他们将黑人纳入规划……给他们福利金……搞平权运动……送白人小孩到非洲去发放救济粮。但民主党人总是不敢问这个问题：为什么这些人老要别人照顾？”

他的意思是说，白人民主党人士无意间暴露了他们对少数族裔的歧视。他有这样一个假设：虽然民主党人自以为喜欢非裔美国人，但他们并不尊重这些人，许多民主党的政策源于他们默认这些人无法自助自立。1999年，总统候选人乔治·W.布什的演讲稿撰写人迈克尔·格尔森杜撰出一个短语，叫作“对低期望的轻度偏执”（the soft bigotry of low expectations）。这个短语完美地反映了班农的看法：民主党人喜欢把着人的手帮扶，促成不良行为，引起差劲的学业表现，因为他们并不真心相信少数族裔学生的成绩能跟同龄的非少数族裔一样好。

班农本人的看法还要更直白、更激进，他认为民主党人不过是利用美国少数族裔来实现自己的政治目标。他深信，民权运动之后形成的民主党人用政府救济换取非裔美国人选票的社会契约并非道德启蒙，而是精明算计的结果。根据他的构想，民主党人为了将他看到的辩解为这个社会契约背后令人难堪的真相，唯一的途径就是政治正确。要是有“理性主义者”大胆说出这种“种族现实”，民主党人就会把他们钉在社会耻辱柱上。

多年来，声称某些种族的基因优于其他种族基因的论调和理论层出不穷，“种族现实主义”不过是这些老调的最新翻唱。例如，种族现实主义者相信，美国黑人的标准化考试成绩之所以较低，不是因为试题的设计有偏差，也不是因为黑人长期以来深受压迫和歧视，而是因

为他们的智力天生就比不上美国白人。这是一个受到白人至上主义者追捧的伪科学概念，其根源在于数百年来作为奴隶制、种族隔离和犹太人大屠杀等人类历史灾难基础的“科学种族主义”。在班农和布赖特巴特新闻网领导下的另类右翼将种族现实主义视为基本理念。

如果班农想成功解放他眼中的“自由思考者”，他需要一种方法来让人免疫，从而使其免受政治正确的影响。剑桥分析不仅开始研究公开的种族主义，还研究种族主义的诸多其他化身。当我们想到种族主义时，我们往往想到仇恨。然而，种族主义还有其他的表现形式。比如厌恶性种族主义，就是一个人有意或无意地回避某个种族团体（例如有围墙、有警卫的小区，性回避和恋爱回避等），又如象征性种族主义，也就是一个人对某个种族群体有负面评价（例如刻板印象、双重标准等）。不过，由于“种族主义”这个标签在现代美国社会背上了污名，所以我们发现美国白人往往无视或低估已经被他们内化的偏见，对任何认为他们有这种偏见的推论反应强烈。

这就是所谓的“白人脆弱”：北美社会的白人处在一种对种族劣势无知无觉的环境中，他们希冀各个种族和谐并存，从而对种族摩擦的耐受能力较差。我们在研究中发现，白人脆弱使得白人无法直面自己内心的偏见。这种认知失调也意味着，受试对象经常会夸大他们对少数族裔的正面回应，以便符合自己“不是种族主义者”的认知。例如，在看过一系列带照片的假设性小传后，某些在之前隐性种族偏见的测试中得分较高的受试对象会给少数族裔小传打出比内容一模一样的白人小传高的分数。看到了吧？我给黑人打的分数高，因为我不是种族主义者。

这种认知失调让我们看到了机会：许多受试对象之所以对自身的种族主义思想做出反应，不是因为他们担心自己可能会在结构性压迫中助纣为虐，而是为了保护自己的社会地位。班农觉得这足以让他相信自己有关民主党人的理论没错——民主党人只是口头上尊重少数族裔，但内心深处跟其他美国人一样，都是种族主义者，区别在于活在哪种现实中。

班农构想了一个用来帮助白人种族主义者逾越白人脆弱、成为解放自我的自由思考者的载体。2005年他加入总部设在香港的网络游戏娱乐有限公司时，该公司低薪雇用了大批游戏玩家，让他们玩《魔兽

世界》，赢取游戏内的道具。这些道具原本可以在游戏界面上进行合法交易或转卖，但网络游戏娱乐有限公司把这些数据资产卖给了西方玩家来获取利益。其他玩家大都视这种行为为作弊，于是有人对这家公司提起了民事诉讼，还有人在线上抵制该公司。或许班农早在这时就领教到了线上社群的怒意，据称某些线上评论是“反对中国”的尖酸话语。班农开始定期浏览红迪网和4chan网，捕捉匿名制网络下人们流露出的隐藏的怒气。在他看来，这些人暴露了真实的自我，打破了政治正确的禁忌，把公共场合下自己不能说的“真相”说了出来。通过阅读这些论坛上的讨论，班农意识到他可以利用这些论坛和其中匿名之下所涌动的怨恨和烦恼。

发生在2014年夏末班农被引荐给SCL之前的玩家门给班农带来了东风。从许多方面来看，玩家门为班农的另类右翼运动创建了一个概念框架，因为班农知道有几百万个紧张愤怒的年轻人随时可能在沉默中爆发。网络骂战和霸凌成了另类右翼的重要工具。但班农走得更远，他让剑桥分析研究家暴施虐者和霸凌者采用何种战术来削弱受害者的抗压能力，随后大规模效仿。班农把剑桥分析转化成一个自动实施霸凌和大规模精神虐待的工具，剑桥分析的旅程从识别一系列在它看来会同隐性种族偏见相互作用、相互影响的认知偏差开始。在多次实验的过程中，我们打造出了一个心理战工具军火库，可以通过社交媒体、博客、群组和论坛进行系统化部署。

班农首先要求我们的团队研究一下哪些人觉得自己受到了政治正确的压制。剑桥分析发现，由于人们经常高估他人对自己的关注程度，所以让大家关注导致社交不适的情境，例如因为念错了看上去就像外国人的人名而惹上麻烦，可以有效诱发目标群组的偏见。剑桥分析经测试得出的最有效的定向传播信息中有这么一条，让受试对象“想象有一天，你身在美国，但没有一个美国人的名字你念得出来”。受试对象眼前会出现一系列不常见的人名，然后有人提问：“这个名字的发音难度有多大？你记不记得有人曾因念错了某个种族的名字而遭到嘲笑？有没有人借政治正确的名义让别人哑口无言或者拿政治正确当晋升工具？”

听说自由主义者在寻找新方法取笑和羞辱他们，又得知政治正确是一种迫害手段，人们对此反应强烈。剑桥分析采用的一个有效手段是给受试对象看取笑跟他们一样的白人的博客，例如《沃尔玛奇葩》

（*People of Walmart*）。多年来，班农一直在4chan和红迪网等网站观察线上社群，他深知由愤怒的年轻白人组成的亚群体经常转发自由主义精英嘲弄“普通”美国人的内容。美国历来不缺拙劣模仿中西部“乡下人”的作品，但社交媒体提供了一个非凡的机会，揭开“普通”美国人的伤疤，提醒他们东西海岸的精英有多势利。

剑桥分析开始用这些内容去触动一个有关种族间相互争夺注意力和资源的信念——种族关系是一场零和博弈。他们拿走的越多，你能拿到的就越少。他们主张政治正确，结果你无法发声。把政治正确界定为身份威胁后会催化出一种飞去来器效应[4]，接收到反叙事的人先前的偏见或信念会加强，而非削弱。也就是说，定向传播对象观看过某些候选人或名人批评种族主义的视频后，不但不会质疑自己心中原有的种族主义观念，反而会更加深信不疑。运用这种方法，如果你在目标受众接收反叙事之前递给他们一面叫作“身份”的透镜来塑造他们的种族主义观念，他们就会把反叙事解读为对自己身份的攻击。这对班农来说很有用，因为它等同于给班农的目标受众打了预防针，让他们不为批评种族民族主义的反叙事所动。它创造了一个恶性的强化循环，让受试群体的种族主义观念随着暴露在批评下的次数的增多而越发激进。其中部分原因可能在于，我们的大脑在处理深信不疑的观念时最活跃的部位正是我们思考自己是谁、自己的身份是什么时的部位。后来，媒体激烈抨击唐纳德·特朗普的种族主义或厌女言论时，这些抨击可能产生了类似的效果。对特朗普的批评坚定了特朗普支持者的决心，他们把这种批评内化为对自己身份的威胁。

剑桥分析挑起人们怒气的这种方法同一大批研究的结论吻合。研究证明，愤怒干扰信息搜寻。这就是为什么人们在狂怒时会妄下结论，即使事后悔之莫及。在一次实验中，剑桥分析给在线数据库里的受试对象看一些主题不会引起争议（例如手机使用率或某款车的销售情况）的简单柱状图。大部分人都能正确解读这些图表，然而，不为受试对象所知的是，这些图表上的数据其实是从有政治争议性的话题里抽取出来的，例如收入不平等、气候变化或枪支暴力导致的死亡。后来，当同样的图表上方的主题被切换到真正有争议的话题的时候，因为身份受到威胁而发怒的受试对象误读这些图表的概率超过了前一轮的解读。

剑桥分析观察到，受试对象发怒时，他们对完整、理性的解释的需求也会大大降低。尤其值得一提的是，愤怒改变人的心态，让他们更想不由分说地惩戒他人，特别是外群体的人。他们也会低估不良后果的风险。由此剑桥分析进一步发现，哪怕美国同中国或墨西哥打响贸易战意味着美国人会丢工作、少挣钱，事先被挑起怒气的那些人为了惩戒移民群体和都市自由主义者，也愿意打响贸易战，承受国内经济重创。

班农深信，如果你能向人们揭示政治正确的“真实面目”，他们就会清醒过来，看清真相。于是，剑桥分析开始向受试对象发问，如果想到他们的女儿嫁给了墨西哥移民，他们会不会不舒服？如果受试对象回答说不会，他们就会收到下一个提示：“你刚才是否觉得必须那样回答？”受试对象被告知，他们可以修改对上一题的回答，结果很多人真的改口了。收集到脸书用户的数据后，剑桥分析开始进一步试探，把白人男子女儿的照片抽取出来，同黑人男子的照片配对，以向白人男子展示政治正确的“真实面目”。

剑桥分析的研究团队还发现，目标对象的态度同一个被称为公正世界假设（just-world hypothesis，简称JWH）的心理效应有关系。这个假设其实是一种认知偏差。有些人相信自己生活在一个公正的世界里，不幸要么是“事出有因”，要么会因为宇宙中的某种“道德平衡”而得到补偿。我们发现，表现出公正世界假设偏差的人在假想的性侵场景中更倾向于责怪受害者。如果世界是公正的，那么随机的不幸事件不会降临到无辜者身上，因此，一定是受害者的行为有什么问题。对某些人来说，找理由责怪受害者能起到心理上的预防作用，因为这能帮助他们克服不可控的环境威胁所诱发的焦虑，同时还能安慰他们，让他们觉得自己还是会受到公正待遇的。

剑桥分析发现，公正世界假设同许多态度相关，但同种族偏见的关系尤其特殊。相信公正世界假设的人更倾向于赞同种族间的社会经济差距要怪少数族裔这个观点。换句话说，已经给了黑人这么多时间让他们迎头赶上，但他们就是扶不起的阿斗。受试对象被告知，少数族裔无法取得成功的看法或许不是什么种族主义的观点，可能它只是个现实的观点。

剑桥分析接着又发现，特别是在那些信奉福音派世界观的人心中，公正世界确凿存在，因为如果人们遵守上帝的规定，上帝就会赐予他们成功。换句话说，过上好日子的人没有什么先天禀赋，而且即便他们是黑人也能取得成功。剑桥分析开始向这些受试群组推送宗教价值被放大的叙事。“上帝公平公正，对吧？有钱人受上帝赐福是有原因的，对吧？因为上帝是公平的。如果少数族裔抱怨自己得到的少，或许背后有什么原因，因为上帝是公平的。还是说你敢质疑上帝？”

这样一来，剑桥分析就有办法培养出针对“他者”的更多的惩戒观。如果世界是公平的，且统领人世的上帝维持着正义，那么难民的苦痛必有其来由。随着时间的推移，受试对象会对美国法律保护下的合法的难民庇护申请一事越来越不屑一顾，转而把注意力集中在申请庇护的难民为何应当受到惩罚以及如何惩罚上。在某些情况下，申请庇护的理由越是充分，定向传播目标的反击就越严厉。受试对象对假想的难民日益漠然，同时越发重视维护自己的世界观，不愿意它被改动。如果你强烈同意世界是公正的这个观点，相反观点的证据会让你深感威胁。

对班农心目中的自由思考者来说，种族现实不仅是他们的现实，还是上帝的现实——这种相互关联在美国由来已久。当年，奴隶首次被贩运到美国时，牧师就援引了《圣经·以弗所书》中的内容为这一行为辩护——“你们做仆人的……用诚实的心听从你们肉身的主人”，这句话说明蓄奴是神圣的。19世纪早期，圣公会主教斯蒂芬·埃利奥特声称，主张废奴的人不敬畏神。他写道，这些人应当“考量一下他们干涉这种制度的行为是否违背和妨碍了显而易见的天意”，因为全靠黑奴制，数百万的“半野蛮人”才“找到了天堂之门”，“沐浴在救世主的圣恩下”。美国内战结束后，南方各州实施了“黑人法典”，剥夺了刚被解放的黑人公民的自由权。在孟菲斯和新奥尔良等城市，白人政治家和市政官员散布恐惧，挑起血腥暴乱，导致几十名黑人丧生。19世纪末20世纪初实施的《杰姆·克劳法》[5]使得公共空间的种族隔离又持续了几十年。人头税的征收导致许多南方黑人无力投票。内战结束后几乎销声匿迹的三K党在20世纪早期卷土重来，部分原因是它把自己包装成了一个民族爱国主义组织。

1964年的《民权法案》和1965年的《选举权法案》代表美国黑人权利的巨大飞跃。这两项影响广泛的法律承诺纠正多年来对黑人社区

犯下的错误，它们保证黑人享有投票权，强制解除公共场所的种族隔离，要求各联邦政府计划向黑人提供平等的就业机会，制定非歧视措施。它们也掀开了无耻地煽动白人恐惧这一政治运动的新篇章。

20世纪60年代末期，理查德·尼克松为了吸引白人选民从民主党转投共和党实施了“南方战略”，使得矛盾加剧。尼克松在1968年总统大选期间强调两大支柱，分别是“各州的权利”和“法律与秩序”。在1980年总统大选期间，罗纳德·里根反复提到“福利女王”—— 一名据说光靠揩政府的油就能买一辆凯迪拉克轿车的黑人妇女。1988年，乔治·W.布什的竞选团队投放了著名的威利·霍顿广告，用顶着一头乱发的黑人罪犯正在为非作歹的画面来吓唬白人选民。

史蒂夫·班农打算证实美国心理中最丑陋的偏见，让有这些心理的人相信自己是受害者，相信自己的真实感受已经被压抑得太久。美国的灵魂深处涌动着一股一触即发的张力。班农早已意识到这一点，而现在他有数据为证。班农相信，历史将会证明他是对的，而且如果工具使用得当的话，他的预言可以早日实现。因为国家机构臃肿，金融体系腐败，所以当代年轻人缺少机会，只要稍加挑拨，他们就会反叛，只是年轻人还不知道这一点。班农要让他们理解他们在他的革命预言中所扮演的角色——他们将会引领历史的代际“转向”，成为可以描绘新的社会图景的“艺术家”，让这一社会在“打破重建”后充满意义和目的。他说，历史上的伟人都是艺术家：佛朗哥和希特勒是画家，本·拉登则是诗人。他认为社会运动塑造新美学。班农发问，为什么独裁者上台后先要把诗人和艺术家关起来？因为他们自己往往就是艺术家。在班农看来，目前这场运动有望成为他的伟大演出。他的预言将会通过使他最喜欢的书里所描写的场面成真而得以实现，例如《第四次转折》（*The Fourth Turning*）预言了一次迫在眉睫的危机，被遗忘的一代人奋起反抗；又如在《圣徒的营地》（*The Camp of the Saints*）里，移民乘坐大篷车入侵，西方文明不胜重负，轰然崩塌。

不过，班农需要一支军队来释放混乱。在他看来，这是一场叛乱。为了激发追随者的绝对忠诚和全身心的投入，他愿意采用任何行之有效的叙事。对班农来说，利用认知偏差不过是一种手段，可以让他的目标受众甩掉他们从小到大在一个索然无味、毫无意义可言的社会里所形成的条件反射式的想法。班农想要他的目标受众发现自我并做真实的自己。然而，剑桥分析在2014年开发出来的工具的真正目的

并非关于自我实现，它们被用来强化人们内心最深处的恶魔，以便掀起班农所谓的运动。公司向那些具有特定心理弱点的人进行定向传播其实是在欺骗他们，诱惑他们加入由假先知领导的“异教”，让他们把理性和事实拒之门外，用数字手段把他们和对异教不利的叙事隔离开来。

在我最后一次同班农进行交流时，他告诉我，为了从根本上改变社会，“你必须打破一切”。那就是他想做的——打破建制。班农指责“大政府”和“大资本主义”抑制了人类体验中不可或缺的随机性。他认为目前的行政国家控制欲太强，擅自代替人民做选择，从而导致他们的人生缺少意义。他要解放人民，他要制造混乱，终结行政国家显而易见的暴政。史蒂夫·班农不希望，也不能容忍政府主宰美国的命运。

注释：

[1]资助一家公司最初阶段的那笔资金，常被用于启动一个商业经营的想法。

[2]指在美国兴起的反对奥巴马税收政策的新兴政治力量，借用的是1773年“波士顿倾茶事件”的历史典故。

[3]发生在儿童期，一种以社交活动异常、局限而刻板的兴趣及重复行为为特征的广泛性发育障碍。

[4]行为反应的结果与预期目标完全相反的现象。

[5]泛指美国南部各州自19世纪70年代开始制定的对黑人实行种族隔离或种族歧视的法律。

第八章 决意离开剑桥分析

> 就在几个月前，我还觉得社会和文化研究其乐无穷。而现在，那些研究造就了这个怪物，太可怕了。我很难解释公司当时的氛围，但就好像人人都恍恍惚惚，不知道自己所从事的工作的真相。可是我已经清醒过来了，正冷眼旁观这个令人反感的理念落地成真。我恢复了思考能力。

因为剑桥分析的母公司是搞外国信息战起家的，所以剑桥分析在伦敦的办公室几乎每天都有新人到访。这家公司就像一扇旋转门，外国政治家、掮客、安全机构员工和由穿着清凉的私人女秘书陪伴的商人进进出出。其中有很多人显然是希望影响外国政府的俄罗斯寡头的手下，但是他们对外国政治的兴趣很少出于意识形态的考虑。他们要么想找人帮忙把钱藏到某个隐秘的地方，要么想把世界上某个地方某个遭到冻结的银行账户里的钱取出来。公司员工被告知直接对这些人的来去视而不见，不要问太多问题，不过员工们会在公司内部的聊天对话里开他们的玩笑。来访的俄罗斯人特别值得一提，因为他们往往属于我们遇到过的比较古怪的客户。每当公司对这些潜在客户进行背景调查时，我们就会听说一些小道消息，得知这些大人物令人发笑的癖好和奇特的性冒险。而且我承认，我的确对公司同一些可疑客户的会面视而不见。我知道，如果我问太多尼克斯不爱听的问题，我就是自找麻烦。不过在当时，也就是2014年春天，离美国总统大选仅有两年时间，我们接触到的俄罗斯人还没有什么真正可疑的地方，其“可疑”之处在公司里已司空见惯。只有一个例外。有那么一个潜在客户，他让公司的高管一面喜不自禁，一面难以捉摸。

2014年春天，俄罗斯一家叫卢克石油（Lukoil）的大型石油公司联系剑桥分析，问了一些问题。起初，尼克斯负责接待，但很快，石油公司高管们问的问题他答不上来了。他给卢克石油的首席执行官瓦吉特·阿列克佩罗夫发了一份我写的白皮书，其内容是剑桥分析在美国从事的数据目标定位项目。之后，卢克石油要求安排一次会议。尼克斯说我应该参加。“他们理解怎么在选举情境下从事行为上的微目标定

位（正如你那出色的文件/白皮书所言），但他们无法把选民同他们的消费者关联起来。”尼克斯在一封电子邮件里写道。

老实说，我也没法把选民同消费者关联起来。卢克石油在全球经济中举足轻重，是普京统治下最大的私营企业，但是我看不出来一家俄罗斯石油公司跟剑桥分析在美国的工作有什么明显的联系，尼克斯也摸不着头脑。“哦，你知道这种事的，”他告诉我，“你稍微把裙子往上拉一拉，他们就会付你钱。”换句话说，他对细节不感兴趣。要是卢克石油想花钱买我们的数据，我们干吗要在意他们拿数据去做什么？

第一轮接触卢克石油后不久，还是2014年，剑桥分析起草了一份有关公司能力的备忘录交给尼克斯。这份简报用委婉的语言讨论了万一有个需要特别情报服务或者在社交媒体上大规模传播不实信息的项目的话，公司至少在理论上能实施到什么地步。（因为这是一份内部备忘录，所以此处的“公司”指SCL；剑桥分析只是为了服务美国客户新挂的一块牌子，员工全是SCL的人。）“SCL聘请了以色列、美国、英国、西班牙和俄罗斯的一些退休了的情报及安全机构的官员，人人都有丰富的技术和分析经验，”备忘录上写道，“我们的经验表明，在很多情况下，利用社交媒体或‘外国’出版物来‘曝光’对手往往比利用存在潜在偏见的本地媒体渠道有效。”备忘录还讨论了怎样运用“情报网”“渗透”对手的宣传战，获得“破坏性信息”，构建由脸书和推特账户组成的大规模社交网络，从而获得公信力、培养追随者。对许多SCL的客户而言，这只是一款标准的产品——私人情报、欺诈、贿赂、勒索、渗透、美人计，以及通过社交媒体上的假账号散播不实信息。只要出价合适，SCL愿意不择手段地协助客户竞选成功。而现在，有了更丰富的数据集和人工智能，还有一千多万美元的投资，新近成立的剑桥分析希望能向前跨出一大步。

卢克石油的高管莅临伦敦，尼克斯为会议准备了一套幻灯片。我舒舒服服地坐在椅子上，很想听听他究竟会讲些什么。最先放映的几张幻灯片介绍了SCL在尼日利亚的一个项目，其目的是动摇当地选民对公民制度的信心。这几张幻灯片有一个大标题——“选举：免疫”，介绍当时SCL为了影响选举结果怎样散布谣言和不实信息。在尼克斯播放的视频里，情绪激动的选民表示他们深信即将举行的尼日利亚选举将会受到操控。

“是我们让他们那样想的。”他开开心心地说。

接下来的一组幻灯片描述了SCL具体是怎样操控尼日利亚的选举的，还配有视频，视频里的选民说有关暴力和动乱的谣言让他们很担心。“也是我们让他们那样想的。”尼克斯说。

我默默地观察这些俄罗斯高管。他们在做笔记，不时点个头，就好像他们眼前看到的材料都是家常便饭。接着，尼克斯给他们放映了一些介绍我们数字资产的幻灯片。然而，卢克石油的业务活动主要集中在俄罗斯或独立国家联合体市场，而我们没有这些地方的数字资产。我们规模最大的数据集来自美国。再接着，尼克斯开始介绍微目标定位和人工智能，以及剑桥分析在已有数据的基础上正在做什么。

我还是很迷惑。介绍结束后，高管们问我有什么想法。我支吾了一会儿，然后说：“嗯，我们有多样化的经验和来自许多地方的数据……所以你们到底为什么对这些感兴趣呢？”

其中一人回答说，他们也还没想清楚，但希望我们多给他们介绍一下剑桥分析拥有的数据和能力。可我才是需要答案的那个人。为什么一家在美国几乎没有经营活动的俄罗斯石油公司要获得我们已有的美国数字资产呢？如果这是一个商业项目，那为什么亚历山大给他们看在非洲散布不实信息的幻灯片呢？

不过，公司给客户看的不仅仅是内部数据资产。公司很愿意向潜在客户显摆自己对美军行动的熟悉程度。在另外一次会议上，公司用了些手段拿到了位于弗吉尼亚州兰利的美国空军目标中心制作的一套内部使用的幻灯片，用来向某些潜在客户简要说明美国如何“把社会文化行为因素结合到作战规划里”，以便获得“把定向传播目标‘转化为武器’”的动能，放大针对美国敌人的非动能。每当被问到他的打算，尼克斯总是顾左右而言他。我觉得这很不符合他一贯的作风——他拿开玩笑的口吻说起公司贿赂政府部长或者设下美人计的次数还少吗？然而，他不能——或者是不愿——解释为什么我们一直同这家“客户”沟通。而且在讨论中，他还一直跟对方说：“我们早就在现场派驻了人员。”

在同卢克石油开第一轮会议之前几个月，剑桥分析联系上了一个叫萨姆·帕滕的人。他是个满世界跑的政治特工，一生多姿多彩。20世

纪90年代，帕滕先是在哈萨克斯坦的石油行业供职，然后进入东欧政界。剑桥分析招到他的时候，他刚刚为乌克兰的亲俄政党完成了一个项目。当时，他同一个叫康斯坦丁·基利姆尼克的苏军总参谋部情报总局（格勒乌）的前官员合作。虽然帕滕否认他给过这个俄罗斯搭档任何数据，但后来人们发现，曾经担任过数月唐纳德·特朗普竞选经理的保罗·马纳福特的确为了另外一件事给过基利姆尼克选民投票的数据。21世纪初，帕滕和基利姆尼克在莫斯科见过面，后来又在乌克兰为保罗·马纳福特的咨询公司工作。帕滕被招进剑桥分析后不久，他俩就成为正式的业务合作伙伴。

帕滕在国际影响力的暗箱操作领域如鱼得水，他和陆续加入剑桥分析的共和党人的关系也很好，所以一开始给他分配的工作地点是美国。他的任务是为剑桥公司在美国的研究工作提供后勤保障，包括焦点小组讨论和数据收集，外加编写一些民意调查中要提的问题。2014年春天，他开始在俄勒冈州工作，接手了盖特尔森主管的一些项目，在美国公民中开展社会研究和态度研究。

过了没多久，我们的研究中就冒出了一些怪异的提问。有一天，我在伦敦办公室里审阅从现场发来的报告，注意到我们在美国的一个项目涉及跟俄罗斯有关的信息测试。当时，我们在美国的业务扩展迅速，项目猛增，招了好几个新人，所以很难追踪每一个研究项目的动态。我想，大概有人已经开始探索美国人对国际话题的态度了。然而，我搜了一下我们的提问库和数据，发现只有俄罗斯的数据。我们在俄勒冈州的团队已经开始向当地人发问——“俄罗斯享有对克里米亚的主权吗？”“你对弗拉基米尔·普京这位领导人有什么看法？”在焦点小组讨论中，主持人把普京的很多照片传给大家看，然后请参与者指出哪张照片里的他看起来最强势。我开始观看一些焦点小组的录像，感觉太怪异了。弗拉基米尔·普京的照片和俄罗斯叙事被投影在墙上，调查员询问一群群美国选民，他们看到一位强势的领导人后有什么感受。

有意思的地方在于，虽然俄罗斯成为美国的敌人已有几十年，但普京还是因为其强势而受到敬仰。

“他有权保护他的国家，做他认为对他的国家最有利的事情。”一个焦点小组讨论的参与者说道，其他参与者则点头同意。还有一个参

与者告诉我们，克里米亚对俄罗斯的意义就像墨西哥对美国的意义，但是普京跟奥巴马不一样，他采取行动了。天色已暗，我独自坐在办公室里看这些怪诞的视频，听美国人讨论普京对克里米亚的主权诉求，想知道这是为什么。当时盖特尔森在美国，他接起我的电话后，我问他能否告诉我是谁批准了针对普京的研究。他不知道。“它就这么出现了，”他说，“所以我以为有人批准过。”

帕滕对东欧政界感兴趣这个念头从我脑海里一闪而过，但我没有重视。2014年8月，帕兰提尔的一名员工发了一封电子邮件给我们的数据科学团队，其中包含一个链接，指向一篇有关俄罗斯窃取数百万互联网浏览记录的文章。“看看人家是怎么收集数据的！”他们开玩笑说。两分钟后，我们的一位工程师回复了：“我们可以利用类似的方法。”或许他是开玩笑，或许不是，但正如写给尼克斯的那份备忘录里所强调的那样，公司早已雇用俄罗斯的情报人员从事其他项目。

2014年5月以来一直担任项目首席心理学家的科根往来于英国和圣彼得堡、莫斯科之间。他不愿透露自己在俄罗斯的项目的细节，但是我知道他在对社交媒体用户进行心理测量画像。科根在俄罗斯做的研究的重点是识别出有心理障碍的人，然后探索他们在社交网络上开展骂战的可能性。他在圣彼得堡国立大学从事的研究受到俄罗斯政府的资助，专门研究黑暗三人格特质和网络霸凌、骂战及网络骚扰方面的参与度之间的关系。他还研究脸书上的政治主题，发现在精神病态测试中得分高的用户最有可能发帖议论有关权威主义的政治话题。根据科根的俄罗斯研究团队撰写的一份研究简报，他同临床心理学家和计算心理学家合作，研究“通过一个特别的网络应用程序获取的来自俄罗斯和美国的脸书用户的数据”。到了夏末，科根开始就“社交媒体画像的潜在政治应用”这一话题在俄罗斯开讲座。我记得他跟我提起过，他在圣彼得堡的工作和在剑桥分析的工作有“重合之处”，不过这可能是个巧合。我在国会做证时是这么说的，我个人不相信科根有恶意，他只是粗心加天真。客观说来，他数据的安保工作做得很差。

早在科根加盟之前，剑桥分析的母公司SCL就已经积累了丰富的网上宣传经验，但科根的研究适用于向具有权威主义特质的选民进行定向传播，识别出能触动他们并获得他们支持的叙事。科根加盟后，剑桥分析内部的心理学团队开始复制他在俄罗斯进行的一些研究：为

神经质和黑暗三人格得分高的人画像。这些目标爱冲动，更愿意相信阴谋论，而且只要外部推动得当，就会产生极端思想或行为。

领导有毒，企业才会有毒。我认为剑桥分析反映了尼克斯的品性。他不但以威胁人为乐，而且还具有一种神奇的天赋，总能找到伤人最痛的地方。比如说，他老是叫我“瘸子”或者“笨手笨脚的病人”，因为他知道这会让我觉得自己很没用。可同时他也知道，他越是这么叫我，我工作就会越卖力。虽然我恨他，但出于某种原因，我决定证明他是错的。这种持续不断的言语暴力是有原因的：只有“真相”才能激励人，让他奋起工作，达到尼克斯的期望。他还嘲笑员工，贬低他们。他像暴躁的龙卷风一样吹过办公室，留下一地的欺辱。

有一次，我们以为尼克斯会动手伤人。我甚至都记不得他为什么动怒，反正他就是翻了脸，把一个实习生办公桌上的所有东西都推到了地上。他尖声叫喊，身体离那个实习生很近，连唾沫星子都飞到了实习生的脸颊上。我们当中块头最大的塔达斯·朱西卡斯站起身走过去。“亚历山大，听起来你需要喝一杯，”他说，“和我一起去俱乐部怎么样？”尼克斯离开后，那个实习生喘着粗气呆坐在那儿，直到另一个同事建议他下班走人。我们一起动手把尼克斯留下的残局收拾干净，后来尼克斯回来时心情好了很多，似乎之前什么都没有发生过。

有时候，他发完脾气会怪罪那个出气筒。“你老是气得我大声嚷嚷。”他会这么说，好像他没法控制自己的嗓门。最让我不安的是，他发完脾气后我还没从那种氛围中恢复过来，他就已经矢口否认自己发过脾气了。被人直截了当地告知让你难过不安的事情根本就没发生过对你的影响很大，到后来你都开始担心自己是不是疯了。“你得成熟起来，别那么敏感，”尼克斯会说，“要是你老是跟我说我发脾气了，我没法信任你。”

我们俩有一次吵得很凶，余波绵延到很久以后。剑桥分析正式成立那会儿，他们叫我签雇佣合同，我却老是拖着不签。签了合同我就有股份拿，可我对长期供职于剑桥分析这事很是不安。我脑袋里有个声音警告我不能签。

我的拖延让尼克斯恼火。终于，他按捺不住火气，把我叫进一个房间，反锁上门，然后朝我吼，斥责我。我还是不肯签，他就把我身

边的椅子推倒在地。他一开门我就冲出办公室，两周没去上班。我们俩都知道，他需要我胜过我需要他，因为只有我能构建出他已经许诺给默瑟家族的东西。但他过于固执和傲慢，不肯向我道歉，所以过了一段时间后，他让朱西卡斯向我转达歉意。我不情不愿地回去上班，不过还是没签合同。

剑桥分析的客户名单越来越长，最后成了一份美国右翼的名人录。特朗普和克鲁兹竞选团队各向公司支付了500多万美元，密苏里州的罗伊·布伦特和阿肯色州的汤姆·科顿为了竞选美国参议员成了公司的客户。当然了，还有那位竞选众议员失败的阿特·鲁宾逊，就是那个收集尿液和教堂管风琴的俄勒冈州共和党人。2014年秋天，杰布·布什到访公司。虽然从默瑟那里拿到了1500万美元，但尼克斯从未费心了解过美国政治，所以他叫盖特尔森一起参加会面。布什是一个人来的，一开场就告诉尼克斯，如果他决定竞选总统，他希望可以按他自己的主张竞选，不必“逢迎”党内的“疯子”。

“当然，当然了。”尼克斯回答。这预示着他整场会议都打算虚张声势、胡说八道。会议结束后，有可能签下又一个美国大客户让他兴奋不已，他坚持要立刻打电话给默瑟，报告这个好消息，他显然把默瑟反复强调过的支持特德·克鲁兹这事抛在了脑后。尼克斯打电话给丽贝卡·默瑟，还开了免提，好让大家都能听到她对这次了不起的会议的反应。

“刚才杰布·布什州长到我们办公室来了，他想跟我们合作。你觉得怎么样？”他扬扬得意地说。丽贝卡过了一会儿才出声，语气平平：“嗯，我希望你在会议上明确告诉他了，这不可能。”然后她挂断了电话，不留情面。

也不是只有那些有望当上总统的人才来找剑桥分析帮忙。为了欢迎福音派领袖拉尔夫·里德，尼克斯计划在蓓尔美尔街牛津剑桥俱乐部的宴会厅举办午宴。午宴上，里德花了两小时畅谈他的目标以及剑桥分析可以做些什么来帮他重塑美国的道德观念，对抗同性婚姻和其他的文化问题。离场时，尼克斯有点喝醉了。回到办公室后，他用他那典型的粗鲁语气向所有人宣称：“哼，绝对是个不敢出柜的同性恋。”

我在SCL和剑桥分析上班的大多数时间里，我们做的所有事情感觉都不像真的，部分原因是在那里我见到了许多卡通式人物。这份工作越来越像一场智力大冒险，就像玩难度不断升级的电子游戏。要是我这么做会怎么样？我能把这个人物由蓝转红或者由红转蓝吗？坐在办公室里盯着电脑屏幕，很容易螺旋式地滑落到一个更幽深更暗黑的地方，忽略我实际上所参与的工作。

但我终于无法漠视发生在眼前的事情了。怪异的政治行动委员会纷纷上门拜访，后来当上国家安全顾问的约翰·博尔顿旗下的超级政治行动委员会向剑桥分析支付了100多万美元，以了解怎样煽动美国青年的尚武精神。博尔顿担心，千禧一代道德观念薄弱，不愿意跟伊朗或其他“邪恶”的国家开战。

尼克斯要我们为所有在美国的客户做研究时使用假名，还要我们声称这是为剑桥大学工作。我试图在一封发给员工的邮件里制止这一做法。“你不能对他人说谎。”我写道，还提到了可能的法律后果。我的警告被忽略了。

这时候，我感觉自己变成了某个我不懂、控制不了、从本质上来说令人厌恶的东西的一部分，可同时我也觉得自己迷失了方向，身处困境之中。我开始去深夜俱乐部或派对彻夜狂饮。有好几次我晚上下班后就直接出去玩一通宵，然后再回去上班，中间都不睡觉。我在伦敦的朋友们发现我不太对劲，盖特尔森后来对我说：“你状态不对，克里斯，你还好吗？”我不好，我很沮丧。我想朝尼克斯吼回去，但是做不到。我出门寻欢作乐，有时候独自一人，震耳欲聋的音乐和时时在舞池里触碰到的他人的身体让我觉得自己还活着，这一切不是梦。而且如果音乐够响的话，你可以朝世界大吼，没人会注意到。

我们在剑桥分析从事的工作似乎每过一天都会变得更邪恶一点。剑桥分析内部的通信将一个项目描述为针对非裔美国人的“选民脱离”（选民压制）方案。共和党客户担心参与投票的少数族裔越来越多，特别是与他们那日益衰老的白人大本营有关的选票，所以正在寻找办法让有色人种困惑，失去参与投票的动力，剥夺他们的权利。当我发现剑桥分析即将启动一个选民压制项目后，我再也忍不下去了。我想起自己在2008年奥巴马竞选期间多次出席群众集会的那些时光，我扪心自问，我到底是怎么跑到这里来的？我告诉一位新来的经理，

不管客户的要求是什么，以选民压制为目标的项目都是违法的。我的意见再次被忽略。我打电话给公司在纽约的美国律师，留言请他们回电，但他们从没有回过。

2014年7月，鲁迪·朱利亚尼所在的布雷斯韦尔-朱利亚尼律师事务所（Bracewell＆Giuliani）发送了一份绝密备忘录给班农、丽贝卡·默瑟和尼克斯，同时抄送了我。剑桥分析向该所咨询过有关外国势力影响美国竞选的法律意见。备忘录概括介绍了《外国代理人登记法》，特别指出：该法案严禁外籍人士管理或影响美国地方、州或联邦层面的竞选活动或政治行动委员会。备忘录建议尼克斯立即从剑桥分析的实质性管理中撤出来，直至找到可以迂回操作的漏洞。布雷斯韦尔-朱利亚尼律师事务所的这份备忘录还建议利用美国公民“过滤”掉剑桥分析非美籍员工所从事的工作。读完备忘录后，我把尼克斯拉进一间会议室，劝他听从警告。

他没听，剑桥分析反而要求非美籍员工在飞往美国前签署一份弃权声明，自行承担违反选举法的任何责任。他们未被告知朱利亚尼律所给出的法律意见。这把我惹恼了，我朝尼克斯发火。

“要是他们遭到起诉了该怎么办，亚历山大？”我吼道，“你要负责。”

“了解规则是他们的责任，不是我的，”他回答，“他们是成年人。他们能够自主决策。”

然而我担心的是他的决策，而且不只是我一个人担心。心理学团队的一个同事向我报告某些新项目的进展时也表达了同样的忧虑，担心研究成果可能会被用来放大，而不是调和剑桥分析所聚焦的人群的种族主义思想。“我觉得我们不应该继续做这项研究。”他说。

起初，种族是剑桥分析探索的诸多话题之一。这本身没有什么不同寻常的，因为种族冲突在美国的文化和历史中一直扮演着重要的角色。参与项目的心理学家起初以为，研究成果要么会被用于形成关于各种人群的偏见的被动信息，要么会被用来弱化这些偏见产生的影响。然而，企业研究不像学术研究那样有一个先决条件，那就是传统的伦理审查，所以公司从来都没有考虑过研究成果可能被误用的问题——谁都没有想过会出什么岔子。

我知道班农会继续大声地抱怨美国的变化太多，预言大冲突即将到来，或者把印度教中的“法”误读成近似拜物教式的东方主义。但是许多在剑桥分析研究团队工作的人并不把他当回事，觉得他不过是我们在所供职的这个奇特的世界里不得不安抚的又一个怪胎。剑桥分析有许多员工之前为了SCL的信息战项目满世界地跑，经历过更加极端的情况，相比之下，班农还算温驯。

然而，接受默瑟投资后的剑桥分析发展迅猛，我无法完全了解我们所参与的这些与种族有关的项目的规模。尼克斯和班农招来的新经理开始把我排除在他们的会议之外，原本项目策划会的邀请函会自动发给我，后来也不发了。我以为这是尼克斯又一轮的权力炫耀，所以只是觉得恼火，而不是起疑。但是团队里的一名心理学家开始主动来找我，向我展示某些新上马的与种族有关的项目。他给我看了一个包含所有正在美国进行测试的研究问题的主控文档，我读了没几行，心就一沉。我们正在测试怎么利用认知偏差来改变人们对种族外群体的认知。我们采用的提问和图像显然是有意设计的，旨在激发受试对象的种族主义思想。我看到一段视频，里面有个参加我们现场实验的男子被剑桥分析一个研究人员的引导性提问激得勃然大怒，满嘴都是辱骂种族主义的言辞。我终于开始直面自己协助创造出来的怪物。

在侵入美国人思维的过程中，我们有意激活人们心底最恶的一部分，从偏执到种族主义。我立即想到，当年斯坦利·米尔格拉姆观察他的研究对象时是不是也有同感。我们所服务的客户的价值观同我的价值观截然相反。班农和默瑟很乐意雇用他们试图压制的人——同性恋者、移民、女性、犹太人、穆斯林和有色人种，以便把我们的看法和经验转化为武器，推动他们的事业。我所供职的公司不再对抗那些束缚女性、残酷地对待非信徒、折磨同性恋者的激进的极端主义者；我就在为极端主义者工作，帮他们在美国和欧洲建立他们自己的反乌托邦。尼克斯心知肚明，但根本就不在乎。他只需要成交带来的廉价刺激，为此他讨好偏执者和恐同人士，不仅希望他的员工视而不见，还希望我们背叛自己人。

到头来，我们正在创造的是一台用仇恨和狂热的偏执玷污美国的机器。我不能继续忽视这种做法的不道德和非法性。我不想同流合污。

然后，2014年8月，一件可怕的事情发生了。一名SCL的老员工，也是尼克斯长期以来的好友兼知己，因患有重症疟疾而从非洲返回。他来办公室的时候眼睛红红的，汗流浃背，口齿含糊，不知所云。尼克斯还因为他迟到朝他大喊大叫，我们其余人则劝他快点去医院。然而，他到了医院还没看上病，就身子一软摔下了一段楼梯，头部重重地撞在混凝土地面上，陷入昏迷。他大脑充血，部分颅骨被摘除。医生担心他可能再也无法恢复正常的认知功能。

尼克斯从医院探视回来后，问人力资源部门公司投了什么责任保险，还问他必须给他那忠诚的朋友支付多久的费用。要知道他的朋友还昏迷不醒，颅骨也切掉了一部分。这实在是冷酷到了极点。就在彼时彼刻，我意识到尼克斯是恶魔。更糟糕的是，我知道他不是唯一的恶魔。

班农也是恶魔。而且我担心，只要我在公司待得够久，我也会变成恶魔。

就在几个月前，我还觉得社会和文化研究其乐无穷。而现在，那些研究造就了这个怪物，太可怕了。我很难解释公司当时的氛围，但就好像人人都恍恍惚惚，不知道自己所从事的工作的真相。可是我已经清醒过来了，正冷眼旁观这个令人反感的理念落地成真。我恢复了思考能力，尼克斯的邪恶梦想在现实世界中造成的后果萦绕于我的脑海。深夜难寐，我就睁眼盯着天花板，沉沦于痛苦和困惑之间。有一次，我在加拿大时间凌晨3点的时候打电话给我父母，问他们该怎么办。“读一读这些迹象吧，”他们说，“要是你睡不着——要是你惊慌失措，没日没夜地打电话找答案，你其实知道应该怎么做。”

我告诉尼克斯我要离职。我想摆脱他那心理变态般的愿景——还有班农的，越快越好，否则我就有罹患同种精神疾病的风险。

尼克斯不同意，他要我忠诚。他让我觉得，要是我抛弃了公司里的朋友，我就是坏人。是我招聘大家为班农做项目的，他们信任我，我不想背叛他们。

“克里斯，你不能抛下我，让我和尼克斯在一起。”马克·盖特尔森说。他加入公司的最大动因就是跟我共事。“要是你走，我也走。”

我不想抛弃我的朋友和同事，但我憎恨剑桥分析现在的面目和它正在对世界做的一切。我告诉尼克斯，我们可以商量一下，看看我怎么逐步退出最好，不过最终我一定要离开。他做了他习以为常的事情——带我去吃午饭。

餐厅在格林公园，离白金汉宫不远。一落座，尼克斯就说：“好吧，我预料到有一天我们会进行这样一场谈话。你想要多少钱？”

我告诉他，这事跟钱没关系。

“得了吧，”他说，“这家公司我已经开得够久了，知道一切都是为了钱。”

他提到，不像某些同事，我从来都没有要求过加薪，虽然他给我的薪水很低。这是真的：我的薪酬在办公室里属于较低的，大约只有别人工资的一半，而因为里彭项目被招进公司的人拿到的钱有我的三四倍。我摇了摇头，尼克斯说：“行了，我把你的工资翻个倍，这应该可以了吧。”

“亚历山大，”我说，“我不是在跟你玩游戏。我要走了。我不想在这儿干了。我受够这一切了。”我加重了语气，他似乎终于意识到我是认真的，因为他靠近我说：“可是克里斯，这是你的小宝贝。我知道你，你不会把你的小宝贝抛弃在街头的，对不对？”他一定认为这是一个能够打动我的理由，因为他继续动之以情。“这个小宝贝刚刚出生，你难道不想看着它长大？知道它上哪所学校？能不能进伊顿公学？见证它的人生成就？”

口吐莲花地来了这么一连串比喻，尼克斯甚是得意，但我一点都没被他打动。我告诉他，与其说我觉得自己像个父亲，不如说我是个捐精人，眼睁睁地看着小宝贝长成神憎鬼厌的小孩却无力阻止。尼克斯立马掉转枪头，建议我们在剑桥分析下设一个“时尚事业部”。

“天哪，亚历山大，你是认真的吗？心理战，茶党……外加时尚潮流？不行，亚历山大，太可笑了。”

终于，他火了。“总有一天你会变成第五只甲壳虫。”他说。

“第五只甲壳虫？”我想。这是哪个埃及寓言？跟圣甲虫有关系吗？他到底是什么意思？直到后来我才意识到，他指的是在我出生前三十年组建的甲壳虫乐队。

后来我让步了，同意继续在公司工作到11月初的中期选举。即便如此，尼克斯还是坚持认为我走人是个错误。

“你都不明白你在这里创造了多么伟大的东西，克里斯，”他说，“只有等到我们大家都坐进了白宫你才会明白——我们中的每一个人，除了你。”

真的？就算是尼克斯，这话也有点过了。他告诉我，白宫西翼的办公室里有望镶上我的名牌。我太傻，都不知道自己放弃了什么。

“如果你走的话，一切结束，”他说，“别再回来。”

班农接手并释放混乱后不到一年，我就离职了。但现在回想起来，我都弄不懂自己怎么能待那么久。那时候的每一天我都在无视、忽略警示信号，或者为其找借口。享受着那么多智力上的自由，还有世界一流大学的学者告诉我，我们正处于“变革”社会科学的前沿，我变得贪心起来，顾不得我们所做研究的阴暗面。我的许多朋友也一样。我试图说服科根离开。就算他承认这个项目有可能成为伦理困境，他也还是决定在我离职后继续同剑桥分析合作。我得知科根不走之后，就拒绝帮他为他的项目收集更多数据，因为我担心任何我为他收集的新数据到头来都会落在尼克斯、班农和默瑟手里。我原先设想的学术研究所逐渐演变成剑桥分析不断扩大的合作伙伴网里的一枚小卒。既然我不肯继续帮助科根，他就要求我处理掉所有从他那里得来的数据。我照办了。不过，我个人为此付出了极大的代价，因为当初科根特意在样本库里加入了时尚和音乐方面的问题，方便我把问卷调查的结果写进我有关时尚潮流预测的博士论文里。写论文的素材没了，我知道我只能放弃攻读博士学位，而那时候学习已经是我活下去的唯一动力。但最让我烦恼的是，我怎么就让尼克斯控制了我，听任他利用我的不安全感和弱点，然后受他驱使，去利用整个国家的不安全感和弱点。我的行为不可原谅，我会永远活在耻辱里。

就在我离开剑桥分析之前，公司正在策划尼日利亚的又一轮选举干预。尼克斯给卢克石油介绍谣言战时就提到过公司在这个非洲国家

的战绩，对它可谓熟门熟路了。剑桥分析深知，无数外国利益集团都染指非洲选举，所以不太可能会有人关心剑桥分析有什么盘算——毕竟，那是非洲。20世纪60年代，非洲国家纷纷摆脱殖民统治，但许多西方强国仍然觉得自己有权干涉其前非洲领地的事务，跟以前唯一不同的地方在于得谨慎些。欧洲的繁荣跟非洲的石油、橡胶、矿产和劳动力密不可分。即便前殖民地已经实现了政治独立，这种依赖性照样存在。

在这次的尼日利亚项目里，剑桥分析加大了心理虐待实验的力度。就在剑桥分析驻扎的同一家酒店里，以色列、俄罗斯、英国和法国的“公民参与”项目纷纷躲在遮羞布后面进行得如火如荼。大家都有一个不言而喻的观念：如果是非洲的选举，外国干预算不了什么。

剑桥分析名义上支持古德勒克·乔纳森。他当时是尼日利亚总统，正在参加竞选连任。乔纳森是基督徒，他的竞争对手是温和派穆斯林穆罕默杜·布哈里。聘用剑桥分析的一群尼日利亚亿万富翁担心，如果布哈里胜出，他会收回他们的石油和矿产勘探权，从而大大缩减他们的财源。

剑桥分析的做法一如既往，关注点不在为古德勒克·乔纳森摇旗呐喊上，而在毁掉布哈里上。那些亿万富翁其实并不在乎谁赢得大选，只要胜利者清清楚楚地明白他们的实力以及他们愿意做什么就好。当年12月，剑桥分析聘用了一个叫布里塔尼·凯泽的女子担任“商务拓展总监”。凯泽出身名门，令尼克斯垂涎欲滴。第一次见面，尼克斯就跟凯泽调起了情，告诉她：“让我灌醉你，窃取你所有的秘密。”凯泽在芝加哥郊外一个富裕的地区长大成人，就读于马萨诸塞州的一所贵族私立学校菲利普斯学院（两位布什总统的母校）。上完爱丁堡大学后，她参与了利比亚的一些项目。在利比亚，她认识了一个叫约翰·琼斯的律师。后者的客户不仅包括穆阿迈尔·卡扎菲的儿子赛义夫·卡扎菲，还有维基解密的朱利安·阿桑奇。琼斯在英国律师界备受尊重。凯泽为他做咨询，从而结识了阿桑奇。她在2014年年末开始为剑桥分析工作，当时我正准备离职。

为了影响尼日利亚大选的结果，剑桥分析双管齐下。首先，他们会四下挖掘对布哈里不利的信息——黑材料。其次，他们会制作一个视频，吓唬有意投票给他的人。凯泽出差去了以色列。据她说，她在

那里的熟人介绍她认识了一些顾问。我从公司里有关尼日利亚项目的内部通信中看到，剑桥分析还雇用了几个来自不同国家的前情报员。现在我们不确定剑桥分析内部是否有人以及是谁有意付钱给黑客购买他们的服务，但显然有关政治对手的高度敏感的材料——可能是黑客入侵得来的或者偷来的——不知怎的就被公司搞到手了。黑进竞争对手的电子邮件账号、数据库，甚至私人病历后，剑桥分析发现布哈里可能得了癌症，但是还没公开。利用黑客盗取材料并不只是发生在尼日利亚，剑桥分析还获取了加勒比海的一个岛国圣基茨和尼维斯反对党领导人的黑材料。

非法侵入他人的医疗记录和电子邮件足以让人不安，但剑桥分析制作的宣传视频更恶劣。这些广告被投放到包括谷歌在内的主流网络上，定向瞄准尼日利亚亲布哈里地区的民众。就在某个尼日利亚人上网浏览新闻的时候，一个看似平常的博人眼球的广告跳了出来——要么是八卦标题，要么是性感女郎的照片。要是这个人点击了链接，就会打开一个除了中间的视频框别无他物的页面。

视频都很短，只有一分钟出头，而且通常在开头会有一个画外音。“2015年2月15日即将到来，”一个男声缓慢道来，“黑暗，可怕，高度不确定。”“要是布哈里决意实施伊斯兰教法，尼日利亚会变成什么样？”视频给出的答案是，如果那一天真的来临，将会发生你能想象到的最可怕、最惊悚的杀戮。突然，视频切换到另一个场景。一个男人用一把钝刀慢慢地来回锯另一个男人的喉咙。血从受害者的颈部喷射出来，他被扔进一条沟里等死，周围的土壤都被染红了。在另一个场景里，一群男人绑住一名妇女，往她身上浇汽油，然后引火点燃。她痛声尖叫。这些都不是演员演的，而是从真实的折磨录像和谋杀录像里截取来的。

剑桥分析有很多员工在我辞职后不久也离开了。他们认为，既然我这个知晓所有秘密的人都觉得公司太龌龊，那公司一定很龌龊，就是这样。尼日利亚项目的龌龊程度更是令人发指，于是又有一批人离开了。到了2015年3月，所有我挂念的人——朱西卡斯、克里卡德、盖特尔森等——都已经离开了剑桥分析。然而，还是有很多其他人找到理由留了下来。凯泽一直工作到2018年，然后在公司因为我向媒体和官方提供的证据摇摇欲坠时站出来公开做证。她后来声称自己不知道剑桥分析当时在招募黑客。她在英国议会的一场质询中说，她只是以

为黑客擅长“收集情报”和运用“不同类型的数据软件追踪银行账户之间的金钱往来……我真的不知道其中的运作原理”。

现在回想起我在剑桥分析的时光，有些事情就看得比当时明白，谁叫我那时候逐渐习惯了公司的怪异之处。其实那会儿一直有怪人进进出出——穿深色西装的可疑人物、戴着跟餐盘一样大的军帽的非洲领导人、班农，所以要是每次发生不同寻常的事你都对此警觉，你不会在公司干很久。

现在我知道卢克石油跟俄罗斯联邦安全局——克格勃的继承者——签有正式合作协议。美国众议院情报委员会的一名委员后来告诉我，俄罗斯联邦安全局经常打着卢克石油的幌子收集情报。卢克石油的高管在其他国家施加影响力的行为也有曝光，包括捷克共和国。2015年，乌克兰安全部门指责卢克石油向顿涅茨克和卢甘斯克的亲俄叛军提供资金。“我只有一项任务同政治挂钩，对国家好就是对公司好。”卢克石油首席执行官瓦吉特·阿列克佩罗夫是这样评论他自己在地缘政治中所扮演的角色的。

事实上，这可能就是他们对SCL感兴趣的主要原因。SCL长期以来一直活跃于东欧，2014年正值它同北大西洋公约组织商谈一个反俄宣传的新项目之时。此前SCL曾经在波罗的海诸国组织过宣传战，把当地的政治问题归咎于俄罗斯。“事实上，失业和其他影响经济的问题才应归咎于俄罗斯。”有关该项目的一份旧报告写道。然而，除此之外，就在卢克石油向顿涅茨克的亲俄叛军提供经费的同时，SCL的国防部也开始采取反制措施，“收集人口数据，进行分析，为乌克兰政府制定一份数据驱动战略，协助其实现收回顿涅茨克控制权的目标”。这个项目的初衷是“侵蚀和削弱顿涅茨克人民共和国”，俄罗斯情报部门想来会因此把SCL视为重点目标，而当时圈内人士都知道它在欧洲的行动借用的是卢克石油的名义。

实际上，我们现在几乎可以确定，尼克斯和我同这些卢克石油的高管会面时其实是在跟俄罗斯情报部门打交道。他们或许是对我们这家同时也为北大西洋公约组织军方工作的企业感兴趣，想要多加了解。那也可能是他们这么关注我们手里所掌握的美国数据的原因，而尼克斯也许给他们留下了只要有人奉承就几乎什么都愿意说的印象。当时尼克斯完全有可能不知道他在跟谁打交道，正如我当时被蒙在鼓

里那样。俄方同我们之间的联系更令人忧心忡忡的地方在于，他们并不需要黑进剑桥分析的系统才拿得到脸书数据。尼克斯已经告诉他们可以在哪里获取这些数据了：就在俄罗斯，科根那里。

这倒不是说科根早已知情，但如果真要获取脸书数据，方法简单得如同科根去俄罗斯开讲座期间获得他电脑里的键盘侧录数据。2018年，英国当局查封剑桥分析的服务器之后，英国信息委员会办公室发表声明，说“某些同调查相关的系统曾经被俄罗斯和独立国家联合体其他地区的IP地址访问过”。

如今总结一下我在剑桥分析最后几个月发生的事情，真是令人大开眼界。我们的研究里插入了有关普京和俄罗斯的问题。能够获取脸书数据的首席心理学家在圣彼得堡还有一个接受俄罗斯资助的研究项目，用俄语发表演讲，描述剑桥分析怎样建设美国选民的心理画像数据库。帕兰提尔的高管在我们的办公室里进进出出。一家跟俄罗斯联邦安全局有关联的俄罗斯大企业刺探我们的美国数据资产。尼克斯向俄罗斯人介绍我们散布假新闻和谣言的能力。此外，还有公司的内部备忘录概述剑桥分析正在跟俄罗斯前情报人员合作开发新的网络入侵能力。

班农担任公司副总裁之后的一年里，剑桥分析开始部署一些战术，诡异地预示了2016年美国总统大选期间将要发生的事情。剑桥分析借助黑客获取对手的电子邮件。内部文件表明，有些黑客可能是俄罗斯人。剑桥分析利用这些黑来的邮件暗中打击对手，包括通力协作泄露对方候选人的健康信息。接着，这些窃取来的黑材料还同线上大规模散布的不实信息结合，在社交媒体上进行定向传播。下述事件的重合可能纯属偶然，但许多担纲尼日利亚项目的员工也参与了剑桥分析的美国行动。尼日利亚项目一年后，布里塔尼·凯泽被任命为英国脱欧项目“离开欧盟”的运营总监。萨姆·帕滕后来和保罗·马纳福特一起在特朗普竞选团队工作。2018年，特别检察官罗伯特·米勒起诉帕滕未曾登记自己的外国代理人身份，帕滕后来认罪。他的业务合作伙伴基利姆尼克也遭到起诉，但因为人在俄罗斯而避开了这一起诉。直到再后来，帕滕同疑似俄罗斯情报人员的关系被曝光，我才再次对这些关于弗拉基米尔·普京和克里米亚的项目产生怀疑。

帕滕还主管俄勒冈州的研究项目，其中有许多问题涉及受访者对俄罗斯外交政策及普京的领导力的态度。俄罗斯为什么在意俄勒冈人对弗拉基米尔·普京的看法呢？因为一旦剑桥分析根据俄勒冈州受访者的回答建立起了模型，数据库就能识别出具有亲俄观点的美国人。俄罗斯政府有自己的国内宣传渠道，但它的全球战略之一是在别国培养亲俄群体。如果你有意通过数字化手段传播你的叙事，那么拿到一份更有可能支持你所在国家的世界观的人名录并向人名录里的人进行定向传播，效果会比较好。利用互联网进行宣传、培养当地人的亲俄情绪是一种避开所有西方关于“国家安全”概念的优雅的做法。在大多数西方国家里，公民享有言论自由权，包括同意敌对国宣传的权利。这一权利成了网上宣传的神奇力场。美国情报机构无法制止美国公民自由发表政治言论，即便这个言论是由俄罗斯操控培养出来的。情报部门只能采取先发制人的行动，屏蔽美国社交网络上被武器化的叙事。

俄罗斯历来对美国的言论自由和民主制度嗤之以鼻。在俄罗斯领导人看来，美国的群众运动和抗议史无异于混乱和社会无序史，美国法院引用民权准许同性婚姻不过是西方的堕落，引领美国走向衰弱和道德滑坡。莫斯科有人认为民权和美国宪法第一修正案是美国政治体系里最明显的两个薄弱环节，所以俄罗斯想乘虚而入——黑掉美国的民主制度。他们认为自己能成事，因为美国的民主制度本身就是有缺陷的。俄罗斯人向具有类似俄罗斯世界观的美国公民进行定向传播，传播的内容根据实际情况量身定制，而那些美国受众会点开这些内容，点赞并转发，从而一步一步地制造出社会混乱，创造出其自我实现的预言。这些叙事通过一个言论自由受宪法保护的系统传播，美国政府无法制止，脸书也没办法制止。

剑桥分析是否参与了俄罗斯在美国散布不实信息的活动？没有人能给出确切答案，而且也没有一把“还在冒烟的枪”能证明剑桥分析就是在俄罗斯的协助和怂恿下兴风作浪的罪魁祸首。可是我一直讨厌“还在冒烟的枪”这种表达，因为它在实际调查中毫无意义。现实中的调查员会收集各种细节信息—— 一个指纹、一份唾液样本、车胎印、一缕头发。在剑桥分析这个案例中，萨姆·帕滕先在乌克兰搞亲俄宣传战，然后为剑桥分析工作；剑桥分析测试美国人对弗拉基米尔·普京的态度；SCL因为效力于北大西洋公约组织而成为俄罗斯情报工作的对象；布里塔尼·凯泽曾经担任朱利安·阿桑奇法律团队的顾问；为剑桥分析收集脸书数据的首席心理学家屡次出访俄罗斯，开展有关社交媒

体画像的讲座，其中有一讲题为“作为有效政治工具的新型传播方式”；剑桥分析的内部系统曾经被俄罗斯和其他独立国家联合体国家的IP地址访问过；剑桥分析内部的备忘录提到俄罗斯情报机构；还有亚历山大向卢克石油介绍剑桥分析的美国数据集和传播不实信息的能力。

我跟尼克斯吃午饭告诉他我决意离职的时候，他认为未来事态的发展尽在他的掌握中。“下次你见到我的时候，”他说，“我会在白宫，而你一事无成。”事实表明，他的预言不算太离谱。我下一次见到亚历山大·尼克斯的时候，离我告诉他我要离职已经过去了差不多四年，他当时正在英国议会接受议员们对他的谎言的质询。我目睹他名誉扫地，但他就是他，似乎一点都没觉察到，抑或他觉察到了但根本不在乎。他看到我坐在旁听席上时，只是朝我眨了眨眼睛。

第九章 反民主罪行

因为从事过定向宣传，所以我知道媒体上讨论的大部分内容都跟公投期间个人和团体实际看到的内容不一样。

2016年1月，我决定接受以加拿大国会为据点的自由党党团会议研究局（LRB）的邀约，担任它的顾问。那时候，贾斯廷·特鲁多在2015年10月领导自由党取得联邦选举胜利之后刚刚组阁不久。特鲁多竞选纲领的一个主要主张是恢复在前任保守党执政期间被废止的人口普查，用数据影响政策决策，重新为加拿大的社会项目注入活力。就在他大选胜利后不久，我从前为自由党工作时的一些同事问我有没有兴趣为特鲁多的新研究和情报团队工作，重点研究技术和创新。

我这几年过得特别丧气，先是在英国的联合政府为自由民主党工作，然后跑到剑桥分析，因此迫切地需要做一些对世界有益的事情。这也就意味着接受这份邀约后我应当返回加拿大，不过我商定了一个安排，除了重要会议，我不必待在渥太华。我已经离开加拿大五年多了，在那里没有多少朋友，但是之前发生的事给我留下的创伤还没痊愈，所以我觉得回家安安静静地休息一段时间可能对自己有帮助。

回到渥太华后，我先去了研究局，办理入职手续时，前些年在国会建立选民活化网络公司的记忆如潮水般涌上心头。就在这个地方，我开始为反对党领导人工作，当时的经历塑造了后来的我。现在我又回来了，为了结束我在青少年时期开启的人生篇章。渥太华这个城市跟我多年前离开时一样沉闷，但是有伦敦的生活经验做对照，它的单调就更突出了。加拿大就是这样，渥太华比华盛顿哥伦比亚特区还要平淡无味——它是各国首都里的健怡可乐。

加拿大政府的政治研究机构坐落于皇后街131号，跟渥太华的其他地方一样平淡无味，氛围介于太空站和炼狱之间。我穿行于楼内无窗的大厅和毫无点缀的米色房间之间，沉浸在官僚主义美学中，时不时路过的接待台上摆放着小小的蓝色英法双语标识，提醒路人加拿大也说法语。我的工作职责描述预示着千篇一律的无聊——基本技术设

置、民调建议、社交媒体监控、些许简单的机器学习工作和创新政策研究。没有什么吸引人的地方，而且具有讽刺意味的是，也没有什么创新之处。不过我能接受，因为我不必真的待在渥太华。我可以迅速逃离自由党党团会议研究局在渥太华的办公室，在加拿大各地做项目，从而保持头脑清醒。

与此同时，英国保守党首相大卫·卡梅伦宣布要对该国的未来进行全民公投，决定英国是继续留在欧盟还是脱离欧盟自谋生路。自从英国于1973年加入欧洲经济共同体以来，疑欧派人士一直煽动着脱欧。起初领导运动的是左翼，当时许多工党政治家和工会会员认为联盟式的协议对他们的社会主义梦想不利。然而大部分英国国民欣然接受了这个安排。1975年的一次全民公投中，约67%的英国人投票赞成留在欧洲经济共同体里。

欧洲经济共同体演变成欧盟的时候，英国左右翼大致达成一致，认为欧盟成员国资格对英国有利。但到了20世纪90年代早期，右翼的英国独立党在抵制欧洲重点关注事项的日益增长的情绪中应运而生。1997年，前期货交易员暨英国独立党创始人之一奈杰尔·法拉奇将独立党党魁赶下台。2006年，法拉奇成为独立党领袖。在他的领导下，英国独立党开始在白人工人阶层中煽动反移民情绪，在富裕的白人社区唤起对不列颠帝国过去美好时光的怀念。因为“9·11”恐怖袭击、“伊斯兰恐惧症”以及布什和布莱尔执政时期发生的冲突，整个世界为之改观。随着有色人种难民的命运升级成欧洲危机，卡梅伦改变姿态，安抚民族主义情绪，希冀留住右翼选民。保守党制订了2017年年底前举行全民公投的计划，具体时间定在2016年6月23日。

英国全民公投的经费多数来自公共财政。在英国选举委员会指定两个拉票宣传团队分别代表正式的正反方后，投票议题所对应的正反两方均会得到同等数额的公共资金。英国的选举法也规定了适用于双方的严格的支出上限，确保没有任何一方因为经费多于另一方而遭受不公。事实上，这些措施类同于奥运会为了保证比赛的公平性所制定的反兴奋剂规则。如果一方可以调用的资源多于另一方，那么该方的信息就能够传播给更多的选民，因此必须对资源进行管控，以确保选举的公平性。其他团体也可以进行宣传，但它们不会受到公共财政的支持，而且它们之间如果协同作战的话，必须公布支出情况，不得违背官方规定的额度。

政治家和竞选者在2016年4月13日之前可以指定脱离欧盟和留在欧盟的官方宣传团队。“投票脱欧”和“离开欧盟”是主张脱欧阵营的两大主要宣传团队。“英国留在欧盟会更强大”（Britain Stronger in Europe）从一开始就是留欧阵营的官方宣传团队，还有一些专门的团队也主张留欧，例如“科学家赞成欧盟”（Scientists for EU）和“保守派要求留欧”（Conservatives In）等。“投票脱欧”的成员多数是保守党，也有少数疑欧进步论者。另外一个主张脱欧的竞选团队“离开欧盟”几乎就只关注移民这一个问题。它的许多宣传人员散布种族主义论调和极右翼观点，以期激怒公众。每个团队都有自己的定向传播目标和意识形态战略，此外，根据英国法律，他们不得以任何方式合作。英国选举委员会最终授予“投票脱欧”和“英国留在欧盟会更强大”这两个团队官方宣传的资格，但两大主要脱欧团体利用不同的议题触动潜在支持者——这一战术在拉票方面极为成功。

上过大学的城市居民习惯了周围都是移民，而且他们所供职的企业受益于移民熟练的劳动技能，所以他们不为右翼散布的恐慌言论所动，通常支持留在欧盟。收入较低的英国人和居住在乡间或旧时工业中心地区的人更倾向于支持脱欧。国家主权一直都是英国认同的核心组成部分，脱欧派认为欧盟成员国的资格削弱了国家主权，而支持留在欧盟的一方反驳说，保持现状可以给英国带来经济、贸易和国家安全方面的利益。

“投票脱欧”的公众宣传由鲍里斯·约翰逊担任首席发言人。这个人曾经担任过伦敦市长，后来当上首相，一直受到保守党人士的青睐，在保守党选民中获得的支持率数一数二。脱欧派的另一位领导人迈克尔·戈夫正好同约翰逊相反。他不像约翰逊那么浮夸，更慎重，受到支持自由市场的英国自由论者的偏爱。他们的口号“投票脱欧，夺回控制权”遭到留欧派的嘲笑，但其实该口号指向的并非欧盟本身。它要吸引的是那些感觉无法掌控自己人生的选民——他们的就业前景黯淡，所受的教育让他们的生活比别人的生活更容易受到经济不景气的影响，英国社会也系统性地忽视他们。成立于2015年的“投票脱欧”有两位创始人。一位是英国议会的政治战略家多米尼克·卡明斯，另一位是建立过数个英国右翼游说团体的马修·埃利奥特。“投票脱欧”办公室里有些人政见不合，但他们都团结在卡明斯的幕后领导下。

“投票脱欧”的总部设在泰晤士河畔正对英国议会的威斯敏斯特大厦七楼，而“离开欧盟”的总部则设在一百多英里开外的布里斯托尔，其所在的莱桑德大楼俯瞰一个车水马龙的环岛。同一栋办公楼里还驻扎着百万富翁阿伦·班克斯经营的埃尔登保险公司（Eldon Insurance），班克斯正是“离开欧盟”的联合创始人暨主要出资人。这一宣传团队从2015年夏天开始宣传，同年10月跟剑桥分析合作。疑欧派人士、知名右翼政治家奈杰尔·法拉奇成为“离开欧盟”的名誉领袖。在史蒂夫·班农把班克斯和法拉奇介绍给美国亿万富翁罗伯特·默瑟之后，剑桥分析同“离开欧盟”签约，用自己的算法和数字化目标定位为后者的脱欧宣传服务。凯泽和班克斯共同召开新闻发布会，正式启动“离开欧盟”。会上还宣布，布里塔尼·凯泽将成为“离开欧盟”的新任运营总监。

就在我返回加拿大前不久，我跟我在英国认识的几位政界人士一起喝酒，其中一位是时任英国内政大臣特雷莎·梅特别顾问的保守派同性恋者斯蒂芬·帕金森。他是托利党人，但是在政界浸淫这么多年的经验告诉我，一般来说，跟不和自己属于同一个党派的人交朋友比较容易，因为他们不会直接跟你竞争同一个职位，而且也不太可能去试着欺骗你。帕金森告诉我，他刚刚向内政部请了假，要去为新成立的脱欧宣传团队“投票脱欧”工作。帕金森投身于此，我并不惊讶。我告诉他，我认识的另外几个人说不定也愿意加入他的团队。

其中一个是叫达伦·格兰姆斯的布莱顿大学的年轻学生。我最初是通过自由民主党人认识达伦的，然而自从2015年自由民主党在大选中惨败后，党内爆发了内斗，大家互相争夺领袖职位，打破了达伦的幻想。格兰姆斯决意脱离自由民主党，问我可否引荐他给托利党人，于是我就把他介绍给了帕金森。你可能从未听说过格兰姆斯，但后来他无意间在英国脱欧公投“投票脱欧”团队取得的胜利中扮演了中心人物的角色。

在我离开伦敦前，帕金森和我见过几次面，因为他想听听我对数据分析的看法。当时他没有告诉我这一点，但是他知道剑桥分析的情况，意识到剑桥分析的定向传播工具对英国脱欧宣传的重要意义。他说他要介绍我认识某个人。“他叫多米尼克·卡明斯。”一听到这个名字我就反感。

多米尼克·卡明斯——不是色情片里的人名，虽说听起来挺合适——在联合政府的教育部里获得了马基雅维利式操盘手和极难对付的人物的名声。时任首相的卡梅伦后来认为卡明斯是一个“职业精神病人”。卡明斯没有辜负他的恶名，一路前进，成为英国历史上最严重的违反竞选财政法事件的背后主脑，运用剑桥分析开发的一些技术来影响脱欧公投，致使更多选票投给脱欧。然而当时我并不知情，等我听说时为时已晚：那时候，他就是一个刺头，一个野心勃勃的保守党职员，以激怒英国政治体系里的每一个人为乐。

帕金森、卡明斯和我在“投票脱欧”未来总部的一间空荡荡的房间里坐下来，讨论选民的目标定位。当时整个楼层还在装修，到处都覆盖着塑料膜。不过，因为大楼就沿着艾伯特路堤而建，所以景观特别壮丽，能看到泰晤士河对岸的英国议会。卡明斯给我的第一印象是邋遢，似乎刚刚从正在下沉的泰坦尼克号里爬上救生艇。他头特别大，头发乱蓬蓬的，部分秃了的脑袋上杂乱无章地长着一缕缕细细的头发。他看上去有点茫然，或者说有点迷醉，就好像解谜解了一半，或者刚刚猛吸了一口上好的大麻烟卷——我判断不出来。

说句公道话，卡明斯是我在英国政界这个充斥着平庸之辈的积弊之所里遇到的少有的聪明人之一。我欣赏这次跟卡明斯见面的地方在于，我们没有讨论从政者通常所痴迷的话题。卡明斯知道，忙着追卡戴珊一家的真人秀节目或访问成人网站Pornhub的人数多于观看英国广播公司《新闻之夜》播报当日政治丑闻的人数。所以他谈的是身份、心理、历史，还有人工智能。后来他提到了罗伯特·默瑟创建的那家对冲基金文艺复兴科技公司。卡明斯显然仔细研究过剑桥分析，问了许多公司运作方面的问题。他有意建立一个他所谓的“政界帕兰提尔”——这个说法让我发抖，因为尼克斯之前老是把它挂在嘴边。我翻了个白眼，心想：又来了。

鉴于“投票脱欧”还没有建立选民登记册，我告诉卡明斯，我很怀疑他能否收集到跟剑桥分析相媲美的数据集。我还告诉他，史蒂夫·班农跟奈杰尔·法拉奇过从甚密，所以剑桥分析很可能已经同他们脱欧宣传的竞争对手“离开欧盟”共事。我们会面后不久，“离开欧盟”就正式宣布了同剑桥分析的合作关系，这显然破坏了卡明斯的计划。也是这次会面之后，帕金森邀请盖特尔森和我去“投票脱欧”工作，因为我已经同意为贾斯廷·特鲁多做项目，所以我拒绝了。盖特尔森一开始考虑过

跟我一起去加拿大工作，但后来还是决定留在伦敦为“投票脱欧”做事，因为他觉得时机不成熟，不适合迁居他国这么重大的人生转变。出于礼貌，我还是给卡明斯发了一封电子邮件，简单介绍了怎样进行覆盖几千个选民的试点调查，不过我估计他们在公投前这么短的时间框架内最多只能做到这一步——嗯，至少在合法的前提下只能做这么多。

就在我出发去渥太华之前，我另外一个在伦敦的叫沙米尔·桑尼的朋友问我能否为他找一份实习。他和我相识于伦敦的夜间玩乐场所，此后一直通过脸书联系，时不时地交流对政治、时尚、艺术、火辣男孩和文化的想法与意见。桑尼刚刚念完大学，对政治感兴趣，但是他没有这方面的人脉，所以需要引荐。我问他想加入什么组织，他说党派不重要，他最感兴趣的是积累经验。我向留欧和脱欧两方宣传团队的熟人都打听了一下，只有一人给了回复：斯蒂芬·帕金森。帕金森问我想引荐谁，我就把桑尼照片墙（Instagram）上的个人简介用短信发给了他。帕金森显然爱极了桑尼精心展示的图片，回复的短信只有两个字：“要的！！”就这样，桑尼加入了“投票脱欧”宣传团队，后来成了英国脱欧的两名吹哨人之一。

主张脱欧的领导人知道，如果只向传统的右翼脱欧支持者宣传的话，他们将无法在公投中取胜，所以“投票脱欧”把工作重点放在建立更为多元化的联合脱欧阵线上。在英国政治中，公投运动的独特性在于，它们齐心协力，尽力跨越党派门户之见，因为公投选票上印的是议题，不是党派名称。没有人会在公投结束后“赢得权力”，只有理念胜出，由执政政府决定是否执行公投结果。卡明斯和帕金森都明白，赢得脱欧胜利的关键在于识别出工党选民和自由民主党选民，还要识别出那些一般不参加投票的人，并说服他们要么投票赞成脱欧，要么保持中立。为此，主张脱欧的一方迫切需要获得自由民主党人、绿党成员、工党成员、LGBTQ群体和移民的支持——能争取到越多传统上不支持保守党的选民越好。桑尼非常适合帮助他们完成这一使命。

赞成脱欧的一个最令人信服的进步派观点其实相当简单，那就是欧盟倾向于支持欧洲——白人——移民，而非来自英联邦国家、有色人种占多数的移民。根据欧盟规则，从法国、意大利、西班牙、德国和奥地利等国流向英国的移民不需要签证就可以在英国工作和生活，但是来自印度、巴基斯坦、尼日利亚或牙买加等国的移民却需要经历

层层筛选和繁复的移民程序。然而几百年来，英国之所以能建立起庞大的帝国，主要靠的就是使用整个英联邦的有色人种的劳动力，征服他们的领土，掠夺他们的资源，任由他们在自己的国家挣扎求生，为大英帝国创造财富，从而支撑起帝国各大城市的繁荣。两次世界大战期间，英国的自由受到其他欧洲国家的威胁，英联邦公民响应号召拿起武器为英国而战。迄今为止几乎没有什么重量级的战争片向他们做出的牺牲致敬，但事实上，英国取得的许多伟大胜利都是印度、加勒比海和非洲的士兵们抛头颅洒热血得来的。不承想几十年后，欧洲的经济情况看起来比那些脱离殖民统治不久的羽翼未丰的国家好了，英国就背弃那些国家，对英联邦公民关闭自己的国境，实施严苛的新移民规定。与此同时，英国开始几近不加限制地接受欧洲公民的移居，这些公民绝大多数为白人。

正是因为深切感受到了这种不公，所以很多有色人种——例如原籍为巴基斯坦的桑尼的朋友和家人——跟欧盟亲近不起来：他们吃过卡夫卡式移民制度的苦头，这种制度需要他们证明自己的每一分价值，所以他们知道那种感觉。他们有切身体会，目睹了这个通过盘剥他们的祖先富强起来的国家派出内政部名下的卡车在印度和巴基斯坦移民聚居的社区里来回行驶，车身上印着大字警告，如“非法来此？速速返回，否则逮捕”，还有“发短信‘回家’给78070”。与此同时，一个德国人或者意大利人，即便其祖父曾经射杀过响应英国号召入伍的印度或尼日利亚士兵，也照样可以不经盘问地进入英国，之后四下应聘。

留欧阵营鼓吹“支持移民”，以此捍卫欧盟地位，而许多有色人种看到的却是不言而喻的白人至上——这个阵营支持的其实只是某些移民的权利。对桑尼等人来说，英国脱欧的症结在于某些人群被边缘化以及英国没有妥善处理好殖民主义所遗留的问题。英国掠夺了殖民地长达数世纪，现在却不让来自这些国家的移民和有色人种入境，而脱欧就是纠正这一错误的尝试。正是因为识别出了这股翻腾起伏的怨愤情绪，脱欧运动才得以在某些移民社群和要求移民“回家”的沙文主义脱欧分子之间促成乍一看不可能合作的联盟。

帕金森给了桑尼一份实习，但不支付报酬。桑尼于2016年春季以志愿者的身份加入“投票脱欧”。因为外联团队的规模很小，所以他负责的事务很快就成倍增加。他的工作重点是少数族裔和同性恋社群。他访问贫困街区，询问当地居民计划投什么以及为什么。

桑尼第一天上班就注意到了一个身穿绿色夹克和粉红色裤子的花花公子：一副同性恋装扮的马克·盖特尔森。桑尼和盖特尔森立马就相互开起了玩笑，戏称自己为被保守派白人男性包围的怪胎。盖特尔森于2016年春季以顾问的身份加入“投票脱欧”，其机敏、才智和对英国自由派人士的敏锐洞悉给员工留下了深刻的印象。他到任后旋即着手为几个外联团队建立网站，许多网站的品牌和名字都是他想出来的——“绿叶”（Green Leaves）、“骄傲出柜”（Out and Proud），诸如此类。等到我在自由民主党工作时结识的那个22岁的时尚专业的学生达伦·格兰姆斯加入团队后，他俩就开始设想建立“投票脱欧”的一个升级版的分部，名字就叫BeLeave。

那时候我已经回到加拿大，不过我们都通过脸书保持联系。在为BeLeave设计品牌的过程中，格兰姆斯用应用程序Messenger把他的创意发给我看。虽然我自己忙着为渥太华新上台的自由党政府创建项目，但考虑到他在自由民主党吃过苦头，我愿意帮他的忙。他碰到的一个棘手问题是挑选恰当的品牌标识色。“投票脱欧”的官方颜色是红色，所以他们需要其他的颜色。我说：“为什么不用潘通的年度流行色呢？”2016年潘通的年度流行色是“静谧蓝”和“粉晶”。达伦做了一个品牌标识模型，我看了以后给他回了一条消息：“它看起来很有同性恋色彩，而且很有千禧一代的特色，一点法西斯意味都没有。”

BeLeave试图吸引赞成脱欧的选民的温柔一面，强调诸如公平对待移民、终结欧盟和非欧盟公民之间的所谓“护照歧视”、消除欧盟保护主义政策对非洲农民的不公正影响和环境保护之类的议题。帕金森要求桑尼把工作重心从联络少数族裔转移到BeLeave之后，桑尼和格兰姆斯——两个20岁出头的实习生——基本上就撑起了BeLeave，“投票脱欧”的高级职员偶尔给他们一些指点。强烈反对移民的选票落袋后，脱欧阵营只需要争取到一小部分思想上更倾向于自由派的选民就能获胜。数据是向这些选民定向传播的关键。

然而“投票脱欧”没有它需要的数据，又不能去找唯一可以提供此类数据的剑桥分析，因为后者已经与“离开欧盟”合作。如果“投票脱欧”也找剑桥分析帮忙的话，就会违反禁止宣传团队之间互相协作的法律。后来我得知，他们聘请了另外一家公司，但那家公司的起源同我刚去SCL工作、刚开始组建技术团队的那段历史有交集。

那是2013年8月，我正在招人。我回想起自己在加拿大自由党的时光，想起从我还在学校时就开始关心我的导师杰夫·西尔韦斯特。这位受过训练的计算机软件工程师在加拿大自由党内提倡全新的数据战略，不过在这之前他就深谙企业数据系统。他身材魁梧，蓄着胡须，让我想起电视剧《公园与游憩》（*Parks and Recreation*）里的罗恩·斯旺森。西尔韦斯特一贯体贴周到，但在政界浸淫多年后，他也会讲冷笑话，有点愤世嫉俗。他住在不列颠哥伦比亚省维多利亚市的郊区，周末担任当地一支童子军的队长，帮着指导青年人。在西尔韦斯特手下实习的前几个月，我协助他进行难民和政治避难申请的个案调查，他向我证明我们确实能够改变他人的生活。他是我认识的最高尚的人之一。

加入SCL后不久，我给西尔韦斯特写了邮件，向他介绍公司的业务——不仅介绍了为北大西洋公约组织做的心理战项目，还介绍了SCL怎样在非洲防治艾滋病。他很快就回复了："你们需要在加拿大建立一个办事处！"特立尼达项目成立后，他的愿望成真了。SCL需要找人建立并管理数据基础设施，而西尔韦斯特的资历恰好匹配。西尔韦斯特为此建立了一家名为AIQ的新公司，挖来了加拿大的政界人士扎克·马辛厄姆担任项目经理，后者深谙不列颠哥伦比亚省争斗不休的政治。AIQ的注册地为加拿大，全名为AggregateIQ，但它同SCL签订了知识产权协议，授权SCL使用它的工作成果。就像企业为了避税在全球各地注册实体一样，SCL和后续成立的剑桥分析频繁利用以不同名字注册的离岸公司所构成的网络，避开选举或数据保密监管机构的审查。

AIQ的总部设在温哥华岛维多利亚市潘多拉大道的一栋砖砌建筑里，隔一个街区就是海边。SCL和剑桥分析的员工喜欢来这里——跟纷扰繁杂的伦敦比，这里风景优美，海风习习，令人放松。随着AIQ的壮大，公司招来了众多才华横溢的工程师，形成一支多元化团队，为SCL承接的项目工作。

AIQ同SCL签订的特立尼达项目的合同包括搭建采集脸书数据、点击流数据和网络服务提供者发送日志所需的基础设施，通过IP地址和用户代理确定用户的家庭住址，让原本匿名的互联网浏览数据变得有名有姓。SCL的业务逐步转到剑桥分析的过程中，AIQ日渐成为剑桥分析后端的技术团队所不可或缺的一部分。发展到一定阶段后，剑

桥分析认为需要把自己构建的模型加载到一个可以进行社交媒体和数字广告定向传播的平台上。这个平台被命名为里彭平台，由AIQ负责建设，是剑桥分析进行广告目标定位的平台。科根采集到脸书数据后传给AIQ，然后AIQ把数据加载至里彭平台。用户可以在这个平台上根据数百个不同的心理测量和行为因素对选民进行细分。在2016年美国初选期间，AIQ的员工出差到美国南方的得克萨斯州，在那里为参议员特德·克鲁兹的竞选团队增建数据基础设施。

布里塔尼·凯泽和萨姆·帕滕加入剑桥分析，接手尼日利亚项目后，让AIQ负责发布剑桥分析制作的选民压制和选民恐吓方面的宣传内容。AIQ先把女性被活活烧死、喉管割开的男人被自己的血呛死等视频上传好，然后根据剑桥分析提供的选民画像对特定地区和选民进行定向传播。2015年，当我获悉西尔韦斯特在做这个项目时，真的觉得匪夷所思：我当年的导师根本就不是那种高高兴兴地传播酷刑视频的人呀。多年以后，我再次见到西尔韦斯特，向他问起尼日利亚项目。除了因为不自在而发笑，他毫无悔意。不知道为什么，他对自己创立的公司作为剑桥分析的承包商给世界造成的混乱心安理得。

2016年6月16日下午，一个叫乔·科克斯的主张留在欧盟的工党国会议员步行前往位于西约克郡伯斯托尔的图书馆，准备参加每两周一次的选民见面会。这些选民要么需要帮助，要么想要提出议题。然而，就在科克斯刚踏上图书馆大门外的台阶时，一个头戴棒球帽的男子朝她走过去，举起一把短管霰弹枪，大喊一声“英国优先！”，然后近距离击中了她。接着，此人把41岁的科克斯拖到两辆停着的轿车之间，连连举刀刺她，还朝试图制止他的极度震惊的旁观者挥刀，口中不停叫喊着“英国优先！”“我为英国而战！”。最后，他再次把枪上膛，击中了科克斯的头部。身为两名幼童母亲的科克斯倒在人行道上，奄奄一息。

乔·科克斯遇刺案令英国举国震惊。在英国，枪支暴力远没有美国那么常见。其他的议会议员聚集在议会广场上为她守灵，哀悼者送来的鲜花组成了一座临时纪念碑。杀手的身份不久之后就被查明了，他是一名白人至上主义者和纳粹同情者，只是为了进一步恶化离欧和留欧两大阵营支持者之间的紧张情绪。为了平息这场风暴并哀悼科克斯，离欧和留欧两大宣传团队同意暂停所有的宣传活动，为期三天。这是一个不同寻常的决定，因为再过一周就要公投了。但AIQ继续

为“投票脱欧”秘密部署数字广告，因为他们知道英国媒体无法判断他们是否还在照旧投放线上广告。看来，有过在尼日利亚发布酷刑和杀戮视频的经验之后，在全民哀悼被害议员期间多投放一点数字宣传广告没什么了不得的。

这时候，英国的政治环境十分动荡。支持留欧和脱欧的议会议员（多数支持留欧）都受到了生命威胁，因种族而起的暴力事件骤升，社交媒体上每天都吵得不可开交。没有人能对英国的政治形势无动于衷，继续冷眼旁观下去。英国人民都被惊醒了，而且愤怒了，非常愤怒。

此时，许多来自脱欧方的宣传除了面向有色人种和欧洲移民，还针对政治家口中的“都市精英”。“投票脱欧”逃避了责任，但他们显然有意把种族迫害这个问题留给“离开欧盟”，而后者则高高兴兴（且充满自豪）地从事起这份事业。就在乔·科克斯被害前几天，“离开欧盟”的法拉奇启用了一张宣传海报，上面有一大篷车棕色皮肤的移民，他们的头顶上方写着“断裂点”。有人认为这张海报类似于20世纪30年代的纳粹宣传，当时海报上画的是成群结队的犹太人蜂拥进入欧洲的场景。

我在加拿大旁观剧情的展开，告诉自己“投票脱欧”跟“离开欧盟”不一样，因为我有很多朋友在“投票脱欧”上班。法拉奇的宣传团队才是利用剑桥分析的种族主义团队，我想，“投票脱欧”不可能迎合那种说辞。我想错了。

到了拉票宣传的最后几周，“投票脱欧”分配到的700万英镑差不多花完了。英国法律禁止它收受更多资金或同其他拉票团队合作，但是卡明斯要继续花钱，于是决定另辟蹊径。“投票脱欧”的大部分广告费都用在了AIQ身上，卡明斯非常欣赏AIQ数字化的目标定位能力。AIQ能够瞄准特定选民，吸引他们，激怒他们。AIQ的许多定向传播目标以前不太参加投票，所以即使民调显示留欧派领先，这表明的却是AIQ能吸引到一贯被传统的宣传团队和民调公司排除在外的其他小众的选区。然而，AIQ意识到，如果要保持势头，就得需要更多的钱，花费会超过“投票脱欧”的法定支出上限，而且这些更多的钱必须马上到位。于是BeLeave项目成了关注的焦点。截至那个时间点，BeLeave一直由“投票脱欧”办公室里的几个实习生运营，完全依靠内

部人员。它没有发布过付费广告，所有的创意内容都是桑尼和格兰姆斯在业余时间搞定的。“投票脱欧”会提供一些指导，也会为某些事由拨款给他们，但金额很小，都是一百英镑一百英镑地给。

差不多就在这个时候，帕金森开始邀请桑尼去他家待几个小时，因为他知道桑尼家在伯明翰。他俩开始交往了。桑尼那时候22岁，尚未向家人坦承他的性取向。他没有经验，也很困惑，不知道该怎么应对跟自己上司的亲密关系。不过，有这么一位在英国政府高层工作的资深政治顾问关心他、指点他，让他产生了一种敬畏之情。帕金森会带他外出玩乐，告诉他自己很满意他的工作成绩，还说如果桑尼的表现一直这么出色的话，将来可以从事这一行。桑尼同意将两人的恋情保密。

选民也开始注意到BeLeave的工作成果。桑尼和格兰姆斯创作的一些内容被疯狂传播，效果甚至比“投票脱欧”的付费广告还好。BeLeave的图像内容专注于类似卫生棉条税这样的进步议题，认为英国一旦脱欧，不需要欧盟其他27个成员国的同意就能废除这么一个明显歧视女性的税项。进步的、唤起人们觉悟的、主张社会正义的BeLeave这一疑欧品牌看似有其明确的市场。离6月23日公投还有几周，负责“投票脱欧”外联的克利奥·沃森安排格兰姆斯和桑尼同一个潜在捐赠人会面。他俩在“投票脱欧”的总部见到了那个金主，并向他简要介绍了他们发布的帖子的效力——他们自力更生所做的宣传的效果在某些情况下好于“投票脱欧”的付费广告。

见面前格兰姆斯把演讲内容发给我，征求我的意见，问我应当如何优化脸书上的定向传播，以及他应该需要多少预算。我发消息给他，指导他采用哪些测量指标、怎么说服金主。他们的演讲内容不错，但那个金主最终还是决定不捐钱。这个金主退出后，“投票脱欧”的一位高级总监找到这两个年轻的实习生，告诉他们已经找到了获得BeLeave经费来源的新方法，不过他俩得先签一些文件。桑尼和格兰姆斯同“投票脱欧”的律师们见了面，被要求作为一个独立的宣传团体另起炉灶，开立自己的银行账户，制定自己正式的章程。“投票脱欧”的律师已经代拟了新团体的章程，叫两个实习生在文件上签名。当时桑尼和格兰姆斯都没有意识到，因为BeLeave同“投票脱欧”关系密切，所以继续花钱是违法的。声称BeLeave宣传团体独立于“投票脱欧”并且有自己的预算等同于让这两个年轻的实习生承担这个所谓

的“独立”团体违反宣传经费法律的风险。可没有人告知这两个实习生其中的风险，而且他们一如既往地在“投票脱欧”的总部上班，参加“投票脱欧”的活动，还帮着分发传单。

一周后，格兰姆斯和桑尼被告知，“投票脱欧”答应给他们的经费终于到位了，而且金额超出他们的请求。事实上，经费多出了几十万英镑。“投票脱欧”开始安排把70万英镑转给BeLeave。这将成为“投票脱欧”整个拉票宣传活动中最大的一笔支出，但是格兰姆斯和桑尼必须同意一个先决条件。“投票脱欧”担心的是，如果这两人名下的“独立”团队收到了这笔钱，按照法律他们有权任意使用。于是“投票脱欧”告诉两个实习生，其实这笔钱不会转进他们新开设的银行账户，而是直接转给AIQ，格兰姆斯和桑尼只需要在一沓AIQ的发票上签字。桑尼很失望，问是不是至少能报销他的差旅费用和餐费（他是财务主管兼秘书）。然而，他“投票脱欧”的主管告诉他这不可能。格兰姆斯和桑尼根本就不知道他们刚刚同意的是完全违法的行为。他们信任“投票脱欧”的律师和顾问们，可这些人却一再告诉他们一切正常。

这场骗局更恶劣的地方在于，“投票脱欧”的律师们把两个实习生的名字写进了BeLeave的文件里，导致事发后格兰姆斯不得不承担法律责任。此种策略在英国竞选宣传比较龌龊的流派中不算罕见，特别是托利党中，曾经有好几次被查获使用过这种手段：资深的竞选顾问不想承担违反选举法的风险，于是就找个没什么经验的人，通常是某个殷切的年轻志愿者，指定这人担任竞选的代理人，让他为竞选承担法律责任。这样一来，如果任何违规行为暴露了，替罪羊就是现成的，而真正的违规者却毫发无损，继续享受权力带给他们的快感，把被遗弃的志愿者和他们破碎的人生抛在脑后。

全民公投的那天终于到了。6月23日，英格兰南部暴雨如注，雨水延缓了匆忙赶去投票的伦敦人的脚步。到了晚上，泛滥的雨水导致火车站封站，地铁停开。“投票脱欧”团队的多数人，包括格兰姆斯和桑尼，一整天都在跑那些很可能支持脱欧的选区，鼓励人们外出参加投票。多佛尔是英国人乘船或乘火车通往欧洲的门户，也是英国人进入英吉利海峡前的终点站。志愿者们冒着暴雨花了数小时在多佛尔挨家挨户地拉票，右翼小报《太阳报》的头版只有一行耳熟能详的黑体字：英国离开（BELEAVE IN BRITAIN）。

直到公投当晚我才得知AIQ参与了脱欧宣传，因为帕金森用手机给我发了一张他和马辛厄姆在“投票脱欧”总部拍的合照——两人在起雾的窗户前咧着嘴笑，背后是议会延绵的轮廓线。怪异的是，虽然返回加拿大之后我见过西尔韦斯特几次，跟他说过话，但他从来没有提起过AIQ同脱欧宣传的关联。根据后来披露的各个宣传团队的经费支出表，AIQ拿走了“投票脱欧”40%的预算，还从BeLeave等其他赞成脱欧的宣传团队那里拿走了几十万英镑。

这下我明白卡明斯是怎么绕过剑桥分析早已同“离开欧盟”合作的这个事实了——他用了剑桥分析在别国注册、名字无人知晓的一家子公司。AIQ拥有剑桥分析的基础设施，处理它的所有数据，而且可以执行跟它一模一样的功能，只是没有贴上剑桥分析的标签。（“投票脱欧”否认其拥有剑桥分析收集的脸书数据的访问权限。）当时没人愿意告诉我，因为人人都知道我跟剑桥分析不欢而散，还有许多前同事也是如此。西尔韦斯特和马辛厄姆之所以选择秘而不宣，是因为这是他们最盛大的政治表演。西尔韦斯特可以非常自在地跟人谈论他们在非洲或加勒比海地区做的上不得台面的事情，但是脱欧不行。

因为从事过定向宣传，所以我知道媒体上讨论的大部分内容都跟公投期间个人和团体实际看到的内容不一样。我几乎立即就意识到英国正在发生极其险恶的事情。即便如此，还是有72.2%的选民参与了投票。赞成留欧和赞成脱欧的选票数量连续几小时都处于胶着状态，但最终，脱欧派因为获得了51.89%的选票而成为赢家。我当时并不知道“投票脱欧”已经任命托马斯·博里克为宣传团队的首席技术官。在加入“投票脱欧”前，博里克和亚历山大·尼克斯以及SCL一起在加勒比海的几个岛国开展过一些数据采集项目。（不过，没有证据表明博里克参加了SCL在该地区的非法活动。）公投后，博里克披露说“投票脱欧”和AIQ在公投前几周共向目标选民宣传了100多个广告，并配以1433条不同的信息。卡明斯后来透露，这些广告被观看了超过16.9亿人次，但此次定向传播的目标选民只有几百万而已。这样一来，这些目标选民的新闻推送就被“投票脱欧”操控了。

英国人民是AIQ部署的大规模信息战的目标，而留欧阵营的问题在于他们完全不了解对手的力量。正如剑桥分析所察觉的那样，被激怒的人不需要太多全面的理性解释，并且更倾向于不由分说地惩罚他人。剑桥分析发现，这种愤怒不仅让目标选民听不进脱欧会影响经济

的说辞，甚至还会导致某些人宁可经济不好也要让都市自由派、移民等外群体吃苦头——实际上，这些人的投票就是他们的一种惩罚方式。

事实证明，用这种方法对抗留欧派的“恐惧项目”是有效的。这个项目试图将选民的注意力集中在退出欧盟可能产生的灾难性的经济风险上。简而言之，让愤怒的人害怕要困难得多。愤怒导致的情感偏差调和了人们对负面结果的估计，所以人一生气就容易鲁莽——这一点不仅适用于投票，还能解释酒吧斗殴。如果你参与过酒吧斗殴，你就知道如果想让你的对手在冲动前三思，那么能想象到的最不能做的事情就是大声威胁他。你越威胁，他就越冲动。

留欧派将注意力集中在经济上，但他们还忽视了一点，那就是宣传前先问问大家对经济的看法。剑桥分析发现，许多不住在城里的英国人和较低社会经济阶层的人往往将经济这个概念外化为只有富人和大城市的居民参与的活动。经济不是他们在当地的某个商店里所打的那份工，经济是银行家做的事情。所以有些群体觉得经济风险，甚至贸易战让他们自在。在他们看来，后者引发的混乱只会影响到在“经济”里上班的人。而且他们听到的经济论调越是有说服力，他们就越坚信自己“实际上”听到了担心财富流失的胆小精英们的哀号。他们因此感到自己有力量，并且想要运用这种力量。

脱欧派胜出后，全英乃至全世界都是一阵目瞪口呆、惊慌失措。大卫·卡梅伦神情阴郁地在唐宁街10号门口发表讲话，表示他将在10月份辞去首相职务。欧元和英镑大跌，全球股市下泻。要求重新公投的请愿书开始流传，公投结果出来后72小时内就有350多万人在上面签字。美国人的反应以惊讶和困惑为主。权威人士开始分析英国脱欧对美国人的影响，奥巴马总统则采取“保持冷静，继续前行”的态度，向所有人保证“有一点不会改变，那就是我们两国之间的特殊关系”。

当时，很可能会被共和党提名竞选总统的唐纳德·特朗普正好在苏格兰他自己名下的坦伯利高尔夫度假村巡视。他说脱欧派取得胜利“是一件了不起的事情”，选民们夺回了他们自己的国家。

“人们想夺回他们自己的国家，他们要独立，”特朗普说，“人们很生气，全世界的人都在生气……他们因为边境生气，他们因为莫名其

妙的人进入他们的国家拿走一切生气。他们对很多很多事情生气。”

世人那时候还不知道英国脱欧其实是个犯罪现场，英国是班农多年前发动的战事的第一个牺牲品。英国脱欧运动中那些所谓的“爱国者”大声疾呼要从远在天边的欧盟的魔爪下拯救英国的法律和主权，却用无视英国法律的手段夺得公投胜利。为此他们找了很多同剑桥分析有关联、注册在英国以外、受外国管辖的公司为他们效力，避开负责保护我们民主制度完整性的机构的监察。英国脱欧大崩溃中浮现出一个清晰可见的模式，这个模式将在美国重现——先前不为人知的外国实体开始通过部署大量来源不明的数据集来影响国内选举。因为社交媒体公司对在它们平台上投放宣传广告不加审查，所以没有人会时刻警惕并制止敌对实体播撒混乱的种子、瓦解我们的民主制度。

第十章 飞黄腾达

英国脱欧迫在眉睫，特朗普的声势日益壮大，我意识到自己该发声了。

“我不打算撒谎，但这绝对是我接过的比较诡异的一个案子。”我的律师说。当时我们坐在她伦敦的办公室里阅读一封剑桥分析于2015年6月发来的诉讼前律师函，该函（错误地）指责我试图建立一家同剑桥分析竞争的公司，帮助特朗普刚刚起步的总统竞选团队。几个月前，也就是2015年春季，唐纳德·特朗普首次闯入我的生活。那时马克·布洛克打电话来邀请我去工作，工作内容跟剑桥分析一点都不一样，这让我精神一振。布洛克解释说，特朗普集团需要找人做市场研究，要么是为了特朗普的真人秀节目《飞黄腾达》（The Apprentice），要么是为了他名下的各大赌场。布洛克还打电话给朱西卡斯和盖特尔森，当时两人都还在伦敦。我们仨商量之后同意跟特朗普集团的高管接触一下。

在跟特朗普集团的电话交流中，我们得知《飞黄腾达》的收视率下降，入住特朗普酒店和出没特朗普赌场的客人也比以前少了。网络赌博已经问世，而特朗普名下的各项经营完全依赖唐纳德·特朗普性感、精明的亿万富翁这一公众形象，他的团队似乎开始意识到旧式的赌场体系和一名年龄渐长、皮肤橙黄的三线明星无法在潜在新客户的心目中唤起“性感好玩”的感觉。特朗普品牌在走下坡路，公司需要想办法摆脱颓势。

然而，令人泄气的是，特朗普集团的人说不清楚究竟想让我们做什么，高管们甚至不确定我们能否帮上忙、怎么帮忙。我起了疑心，觉得他们只不过想弄到点免费意见。大约一个月后，他们提议开个会，我拒绝了，觉得让朱西卡斯和盖特尔森从特朗普大厦发回报告就够了。会议地点是特朗普大厦内的一家餐厅，谈话从电话交流里的含糊之处开始。我们能否运用数据改善特朗普及其名下产品的形象来复兴特朗普品牌？如果能的话，定向传播对象是谁？

盖特尔森笑着给我打电话，告诉我会议内容。“你不会相信的，”他说，“特朗普计划竞选总统。”与会人员中有一人名叫科里·莱万多夫斯基，他自称是特朗普的竞选经理，并向盖特尔森和朱西卡斯保证特朗普竞选总统一事是认真的。他邀请我们加入竞选团队，出于若干原因，这个邀约我一点都不想接受。其一，这是政治竞选，而我退出剑桥分析并离开伦敦，就是为了远离政治。其二，特朗普看起来很可笑，参加竞选不太可能会成功。其三，他以共和党人的身份竞选，而我不愿意再为右翼政客代劳龌龊之事。研究怎么提高真人秀节目的收视率和帮助一个共和党人竞选总统完全是两码事。盖特尔森同意我的观点，不过朱西卡斯不怎么赞同，不久之后他就担任了共和党竞选宣传的顾问。我们以为特朗普这段插曲已经到此结束。

但几周后，在2015年6月5日那天，我们得知剑桥分析起诉了盖特尔森、朱西卡斯和我。他们声称我们违反了跟剑桥分析签订的保密协议中的竞业禁止条款。根据他们的指控，我们招揽了剑桥分析的客户之一：唐纳德·特朗普。告知我们此次诉讼的函件给了我们两周时间做出回应，所以即便对方的指控明显站不住脚，我还是决定聘请律师尽快把它解决掉。律师同我第一次见面时很困惑，想象一下我们当时的谈话有多诡异。那时候剑桥分析或者史蒂夫·班农还远远没有家喻户晓。“有那么一家心理战公司，”我告诉他们，“它被美国共和党的一个亿万富翁收购了。我辞职后，有人邀请我去跟唐纳德·特朗普谈谈，就是《飞黄腾达》里的那个家伙，你们知道吧？显然，他打算竞选总统，而且他秘密地成了这家公司的客户。所以他们现在起诉我……”

那时候，剑桥分析已经像疾病一样传遍了整个共和党，为竞选众议员和参议员的知名候选人做咨询，承担右翼利益集团委托的文化现象的研究，如美国年轻人当中的尚武精神等。从表面上看，剑桥分析极其成功。但在幕后，这家公司欺骗了整个共和党，尤其是默瑟家族。我觉得这桩诉讼真正揭露的是，剑桥分析一边为默瑟家族看好的总统候选人特德·克鲁兹服务，一边又偷偷地替特朗普效劳。班农的打算不但跟默瑟家族的不一样，而且他还鄙视克鲁兹，无意支持他。

我跟律师解释说，我根本就没有为特朗普工作。律师的回答大致是这样的：“好，别担心。律所成天发这种口气严厉的警告函，但一般情况下不会再有后续行动，这可能是他们负责人的安全感不够。我们能处理好。”

然而，这事没那么好解决。事实上，剑桥分析摆明了要一直纠缠下去，让我不断花钱，不得安心，直到屈服。我提出我可以签署一份文件，声明我不会再为任何共和党人服务，但剑桥分析不同意。他们要我不再从事数据工作，这显然不可能。我们之间的拉锯战持续了好几个月，事态变得越来越怪异。在这场法律纠纷中，我发现盖特尔森和我离职后，剑桥分析捏造了两个假员工—— 一个叫“克里斯·扬”，一个叫“马克·内特尔斯”，在公司网站上以及同客户打交道的过程中使用。最终我同意签一份保密契约，其实就是一份超级保密协议，声明我再也不会讨论自己在剑桥分析的所见所为。那时候我可不知道，我这个未来吹哨人的第一个陷阱已经挖好了。

我回到加拿大为特鲁多的研究团队工作，每天大多数时候都是在开电话会议或者面对面会议。总体而言，我喜欢这份工作的稳定性，也喜欢这个没有敌意的温暖的环境。让我特别高兴的是，这里的老板不会拼命地从心理上虐待他的员工。

2016年3月，加拿大政府的一位高官打电话给我，要求我做一份简报，简报的内容有点超出我的工作职责。他想听听我对正在如火如荼地进行的美国共和党初选的解读，特别是为什么唐纳德·特朗普的民调支持率会猛增。在3月1日“超级星期二”的共和党的初选中，特朗普拿下了11个州里的7个州，而且全美上下有成千上万的支持者参加他的竞选集会，为他尖叫捧场。看起来，特朗普的表现越是蛮横，他的民调支持率提高得就越快。在3月3日举行的总统竞选辩论上，他跟佛罗里达州参议员马尔科·鲁比奥吵了起来，甚至扯出了自己阳具的大小。特朗普吹嘘说：“我向你保证我这方面没问题。”两周后，特朗普在一天之内又拿下了6个州中的4个州，而鲁比奥退出了竞选。特鲁多手下的人不担心——还没担心，但是他们很好奇，因为这位从真人秀明星转型的候选人给他们荒谬怪诞的感觉。为什么他的支持率这么高？美国人在想什么？他们跟许多加拿大人一样，乐于看着不够开化的邻居的表现，一边发笑一边自得地摇头。

加拿大人不太容易理解民粹主义，因为加拿大和英美两国不同，从来都没有过鲁珀特·默多克名下的媒体。加拿大既没有福克斯新闻台，也没有《太阳报》。由于加拿大的银行体系比较有风险意识，所以这个国家没有爆发过住房危机或金融危机。而且加拿大还是经济合作与发展组织里的异类，爱国主义和移民支持在这里呈正相关性。所

以，我翻来覆去地给满是困惑的加拿大人解释，因为他们搞不明白英国怎么会脱欧，也搞不明白特朗普怎么会受欢迎。

20世纪60年代末到70年代间，加拿大总理皮埃尔·特鲁多说过，生活在离美国这么近的地方如同“跟大象共眠，无论这头野兽有多友善，脾气有多好……只要它一抽搐、一哼声，我们就会受影响”。即使特朗普未来落败——当时很少有人料到他会赢，他在国际贸易上的立场也已经引发了涟漪。特朗普憎恨北美自由贸易协定，他的言论惹恼了那些同加拿大有紧密贸易关系的美国诸州的选民。这些选民怕的不是特朗普会赢，而是他参选的时间越长，他的反北美自由贸易协定的豪言壮语就越可能影响到这些州的州长和立法过程，从而影响全国上下对国际贸易的看法。

当时，剑桥分析这一传奇还没有在公众的意识里留下不可磨灭的印象，但我的加拿大同事们都知道，我在剑桥分析的研究成果最后被用在了美国的某些竞选战里。随着特朗普不断地“攻城略地”，他们的好奇心越来越重。我向他们描述了剑桥分析的选民操控战术——这家公司怎么识别出有神经质或阴谋论倾向的人，然后向他们定向传播精心设计的宣传，以期加深和强化这些特质。我还解释了剑桥分析从脸书获得用户数据后，怎么能做到在某些情况下对用户行为的预测甚至比该用户的配偶还准确，而剑桥分析又怎样利用这些信息来让共和党人士变得更加激进。

所以，一方面特朗普显然触动了一定比例的美国选民的神经，另一方面剑桥分析也在幕后忙活着把他的竞选活动推到另外一个层面。他们瞄准了一般不投票给共和党人或者根本不参加投票的人群，借此扩大选区，同时他们孜孜不倦地致力于选民压制，下大力气让非裔美国人和其他少数族裔对投票望而却步。为此他们采用的手段之一是兜售左翼所宣扬的有关社会正义的言辞，把希拉里·克林顿描绘成白人至上主义的宣传者，而他们自己就在为白人至上主义者打工。他们的目标是影响思想上较为左倾的人群，让这些人把选票投给吉尔·斯坦那样的第三党候选人。

我是在遭到剑桥分析的起诉后才开始关注特朗普这位候选人的，因为就是在那个时候我才知道剑桥分析为他工作。起初他的竞选工作一团糟，但接下来他开始重复“建墙”和“抽干沼泽”这样的短语，然后他

的民调支持率就上去了。我打电话给盖特尔森说：“呃，这听上去很诡异，你不觉得这像旧事重演吗？”因为剑桥分析在特朗普宣布参选前恰好测试过这些短语，还把它们写进了给班农的报告里。也就是说，在整个2016年春季，就在剑桥分析表面上为特德·克鲁兹工作的那段时间里，剑桥分析的研究成果似乎（眨眨眼！）长了脚跑到特朗普那里去了。

初选还在进行，很明显，特朗普的赢面越来越大，渥太华人的态度开始从“他疯了，哈哈”转变成“他疯了……而且有可能当上跟我们共眠的那头大象的总统”。

英国脱欧迫在眉睫，特朗普的声势日益壮大，我意识到自己该发声了。我决定联系几位在硅谷工作的朋友，其中一位——我就叫她“希拉”吧——认识技术神童马克·安德森和他人共同创建的风险投资公司安德森·霍洛威茨里的某个人。在20世纪90年代早期，安德森和埃里克·比纳一起开发了马赛克（Mosaic）网络浏览器，颠覆了人们的上网方式。马赛克后来发展为网景（Netscape）公司，跻身第一批取得巨大成功的互联网企业之列，于1995年首次公开募股。此后，安德森投资了Skype、推特、团购网站高朋网（Groupon）、社交游戏服务提供商星佳（Zynga）和脸书等公司，赚了几亿美元。他还担任脸书的董事。

2016年春天，我飞到旧金山向相关人士概述我在剑桥分析的所见所闻。希拉安排我去门洛帕克沙丘路上的安德森·霍洛威茨公司开会。这栋楼从外面看就像高档一点的郊区牙医诊所，但一进到楼里，刚穿过一个相当平庸的大厅，就看到挂满了古怪又昂贵的艺术品的墙面。我在会议室里见到了安德森公司的员工，向他们介绍了剑桥分析，告诉他们剑桥分析盗用了数百万脸书用户的资料，还蓄意利用这些资料去干预选举。

“各位，你们为脸书的大股东兼董事工作，”我说，“脸书应当知晓这一切。”他们告诉我他们会去调查。到底有没有调查，我不知道。

脸书的一个董事显然正在处理这件事，之后我就去了旧金山的教会区参加一个派对，脸书的一个副总裁有可能会到场。结果，这场派对上来了好多脸书员工，全是标准的硅谷人打扮——贴身的灰色T

恤，而且要是不听完关于生酮饮食、饮用Soylent代餐，以及食物被高估的原因，你就很难结束谈话。介绍我的人说我来自剑桥分析，于是我很快就成了万众瞩目的焦点，因为他们已经听说过这家公司的很多传闻。他们似乎都知道剑桥分析。我事后才发现，早在2015年9月，脸书员工就在内部讨论过剑桥分析，还要求对其潜在的非法搜集数据的行为进行调查。2015年12月，员工们重申了他们的调查要求，后来美国证券交易委员会起诉脸书的诉状里引用了这些员工的话。他们认为剑桥分析是一家“（至少可以说）有问题的数据建模公司，深入渗透了我们的市场”。然而，在派对上向我发问的脸书员工感兴趣的明显不是剑桥分析危及了民主，而是剑桥分析的成功秘籍。连脸书的那个副总裁也没表现出多大的忧虑。如果我不喜欢剑桥分析，他说，那我就办一家公司跟它竞争，就像响应优步的宣传成立来福车（Lyft）一样。一家完全有实力采取有意义行动的企业的高管竟然提出这样的建议，我觉得这有悖常理，更别说不负责任了。不过我很快就意识到，硅谷就是这样运转的。如果遇到任何问题，即便是危及竞选诚信这样严重的问题，他们的第一反应不是“我们怎么来解决它？”，而是“我们怎么用它来挣钱？”。除了商机，他们眼里什么都看不到。我的时间白白浪费掉了。我后来参加的美国监管机构展开的调查判定，至少有30个脸书员工知晓剑桥分析，但是在我向公众揭露真相前，脸书没有采取任何措施以向监管机构报告这一切。

之后，安德森·霍洛威茨公司的员工邀请我加入一个非公开的脸书群聊，群名叫作“未来世界”。硅谷各大企业的高管在群里讨论技术行业所面临的问题，包括我提出的问题。安德森也开始跟其他的硅谷高管聊到他们的平台可能遭到了滥用。他请若干硅谷名人到他家边吃晚饭边聊天。这个吃饭群被他们叫作“军政府”——夺权后统治国家的权威式团体。

“要是我们的通信引起了官方的关注，”一名群成员在给安德森的电子邮件里写道，“而其原因是他们的监测算法捕捉到了我们对‘军政府’一词的讽刺运用，那一定让人啼笑皆非。”

2016年初夏，俄罗斯叙事开始沸腾起来。6月中旬，黑客组织Guccifer 2.0泄露了一批从民主党全国委员会那里窃取来的文件。一周后，就在民主党全国代表大会召开前三天，维基解密公布了数万份黑来的电子邮件，导致伯尼·桑德斯和希拉里·克林顿与民主党全国代表

大会主席黛比·沃瑟曼·舒尔茨决裂，舒尔茨立刻辞职。当然了，尼克斯也终于开始在丽贝卡·默瑟的命令下四处打听希拉里·克林顿的电子邮件，最后向维基解密提议，由剑桥分析来协助传播黑来的材料。这件事我是从一个还在剑桥分析上班、认为一切正在失控的前同事那里获悉的。

就在民主党人试图将他们的全国代表大会拉回正轨之时，唐纳德·特朗普又朝该党扔了一颗隐喻式手榴弹。在7月27日举行的新闻发布会上，他随口邀请俄罗斯继续干预竞选。“俄罗斯，如果你在听，”他咆哮道，“我希望你能找回消失的那三万份电子邮件。”他指的是希拉里·克林顿因为使用私人电子邮件服务器遭调查，删除，而不是交给调查员的那些她认为具有个人性质的电子邮件。

从夏天到秋天，特朗普和普京相互吹捧，而我开始回想当年自己还在剑桥分析时注意到的公司同俄罗斯的奇特关联。科根和圣彼得堡的联系，跟卢克石油高管开的会，萨姆·帕滕吹嘘自己为俄罗斯政府工作，提到俄罗斯情报部门的剑桥分析的内部备忘录，那些莫名其妙地插进我们研究里的有关普京的提问，甚至还有凯泽跟朱利安·阿桑奇和维基解密的明显的联系。当时我以为这些都是怪异但相互独立的事件，不过现在看来，似乎并非如此。

7月19日，共和党全国代表大会正式提名特朗普为总统候选人。如果我的直觉没错的话，剑桥分析不仅运用我开发的数据工具操控美国选民支持特朗普，还可能或有意或无意地跟俄罗斯人合作影响竞选结果。既然我已经跳出剑桥分析这座山，站在山外面看它，那我就好比有透视眼。我知道这家公司愿意堕落到怎样的深渊，知道它的内核毫无道德可言。我觉得恶心。我知道我得告诉别人——拉响警报。

我去找特鲁多政府里的某个人，就叫他“艾伦”吧，跟他说了我的忧虑。我描述了俄罗斯、维基解密和剑桥分析之间盘根错节的关系。我告诉他我开始相信剑桥分析是俄罗斯计划的一部分，并建议把细节分享给美国政府里的人。

我们无意越界，而且我们希望尊重美国选举。我们担心，即便我们只是想警告美国注意潜在的安全威胁，特别是来自俄罗斯的威胁，这个警告本身就有可能被误读为外国人士试图干预选举，而我们绝对

没有这个意思。我们最终确定了一个替代方案——去伯克利参加一个以数据和民主为主题的研讨会。我们知道白宫的几名官员也将与会，打算找机会跟他们私下聊聊。

我还和另一个人充分交流了所有这一切，这个人就是奥巴马的前目标定位经理肯·斯特拉斯玛。此前我在纽约见过斯特拉斯玛，跟他讲了剑桥分析的数据目标定位。因为他的公司在2016年选举期间刚刚为伯尼·桑德斯提供过微目标定位服务，所以他自然是很感兴趣。

7月末，希拉里·克林顿获得民主党总统候选人的提名后，斯特拉斯玛打电话给我说：“既然我们已经输了，我准备看看能不能跟希拉里的数据团队谈谈。”他问我愿不愿意跟对方会面，简述我对特朗普竞选团队的怀疑。当然愿意，我告诉他。不幸的是，我们一直没能联系上克林顿的团队。

8月，我和贾斯廷·特鲁多办公室的几个顾问一起去伯克利开研讨会。我们计划只在那里待几天，所以我请另外一个硅谷的朋友替我们安排一些会面，其中最重要的就是同白宫幕僚会面。我就叫这个朋友“柯兰尼”吧。

我知道跟白宫官员见面的时间不会长，也就是说我们只有一次机会，让对方明白我们的想法。考虑到我的听众可能不熟悉剑桥分析，听不太懂我们说的事情，也无法理解其重要性，所以我请柯兰尼为我们找一个隐秘的地点，我们可以先在那儿扎好营，为会面做好准备。

“你想要多隐秘？”她回复说，“我可以帮你找到一个连手机信号都没有的地方。”

“有点过了，但是也行。”我笑道。她给了我们一个地址。

第二天下午，我们根据GPS的指引开车前往那个地址，结果到了一个造船厂，柯兰尼正在那里等我们。她带我们走过一个仓库，下了一个船坞。好诡异，而且越来越诡异，因为我们得在巨大的斑海豹之间小心落足。穿过海豹群之后，我们来到一条135英尺[1]长的挪威制造的渡船前，这条渡船有些地方锈迹斑斑——绝对过不了船检。船体原本刷的白漆已经变成灰色，船底布满藤壶。有人放下来一架舷梯，好让我们爬上船去。船在水中荡漾。

柯兰尼找到了我们能想象的最安全的环境：一艘黑客船。它停泊在旧金山附近，船上驻扎着少数从事创业和其他不明技术活动的编码员。究竟是什么技术活动，我们没问。鉴于当时的情境，不问才是明智之举。此次伯克利之行，这艘船就是我们的大本营。

第二天，我们来到研讨会现场，为我们的非官方会晤做安排。艾伦特别急切地向我们强调这次谈话我们代表的是个人，而非特鲁多政府。这次会晤将把不代表加拿大政府的加拿大政府雇员介绍给不代表白宫的白宫幕僚，会晤的主题是美国选举和剑桥分析卷入的共和党活动，包括剑桥分析庞大的监控数据库以及它同外国情报机构之间的可能联系。

白宫来的某人询问我们是否可以到外面去谈，因为他们全天都幽闭在研讨会会场里。于是就出现了下面这个相当怪诞的画面：一群政府的高级顾问挤坐在加州大学伯克利分校附近的一张野餐桌旁，讨论剑桥分析和俄罗斯政府对美国总统大选的干预，吸大麻、背双肩包的学生不时从我们身边漫步而过。

我直奔主题，警告美国人剑桥分析可能参与了俄罗斯对美国大选的干预。“我们知道特朗普竞选团队里有人跟外国情报机构有联系，”我说，“他们已经建立了一个庞大的社交媒体数据库，而且正在针对美国选民进行部署。”

我详细说明了剑桥分析跟俄罗斯的关系，描述了尼克斯给卢克石油做的介绍。我告诉他们，该公司会削弱人们对选举流程的信心。

他们的反应是……无聊到打哈欠。其中一个美国人说他们做不了什么，因为怕被指责利用联邦政府的名义影响选举。（我清楚记得他用了“拨动表盘”这个说法。）奥巴马政府的这群人似乎非常在意避免败坏在他们看来希拉里·克林顿必胜这件事的名声。现在看起来很荒谬，但当时的谣传是这样的：特朗普竞选总统注定会失败，其后他打算创建特朗普电视台，同福克斯新闻台竞争。谣传还说，他声称此次选举受到了操控——要么是暗深势力影响了选举结果，要么是希拉里·克林顿作弊，要么两者兼而有之。奥巴马政府担心特朗普会寻找一切可抨击的事由来质疑选举结果的合法性，所以不愿意给他留下任何实质性的把柄供他抱怨。

白宫的人跟我说起特朗普电视台的时候，我觉得挺有道理的。我想他们应该知道自己在做什么；再说了，毕竟这一切都发生在他们的国家里，不是我的。我们握手告别。他们的反应并非罕见。2016年年初，脸书的高管察觉到俄罗斯黑客刺探过脸书平台，企图入侵与总统大选有关的人的账号，但他们决定不告知公众或官方，因为他们不想损害公司的声誉。（脸书直到2017年9月才首次公开了俄罗斯信息战对脸书平台的影响范围，比该公司觉察此事晚了一年多，而且当时针对在脸书平台上散布不实信息的所谓“五级火警”的调查已经进行了七个月。）最终，因为民主党人对威胁无动于衷，也因为硅谷没有能力在不创建“另一种按需服务的优步”的前提下解决该问题，我对美国人的警告没有起到作用。要是你试图拉响警报，旁人却不断地告诉你“别担心”或者“别捣乱”，你会开始怀疑自己是不是反应过度。我既没有加入希拉里·克林顿的竞选团队，也不在白宫上班。我只是个隔空呐喊的加拿大人。

当然了，这个笑话里不好笑的那部分在于，希拉里·克林顿和奥巴马团队都极其不愿干预选举，而联邦调查局局长詹姆斯·科米却在最后一刻姗姗入场，决定重启希拉里邮件门的调查，结果大家都出局了。那时候在加拿大的我感觉就像眼睁睁地看着一个有自毁倾向的朋友终于走上了绝路，你只能目瞪口呆地站在那里，动弹不得，心里想着：我告诉过你的！但这一次，这个朋友不仅烧掉了自家的房子，还把整个小区都烧掉了。

8月末，参议员哈里·里德公开要求联邦调查局调查俄罗斯对选举的干预一事。然而当时大多数人还是相信希拉里·克林顿会赢。与此同时，剑桥分析正式宣布自己在和特朗普竞选团队合作。当时在渥太华的我紧张了，因为我很清楚剑桥分析的数据的威力和影响范围。这家公司为特朗普工作就够不妙了，但要是在这一形势下加上俄罗斯的干预的话，情况就非常令人担忧了。

特朗普竞选成功的概率成了特鲁多办公室的热门话题，但多数人仍拿它当笑话。如果有一个尺度表，量值范围在不可思议、难以想象和骇人之间，这事的超乎想象程度会是怎样的？有一次开会时，有好几个人取笑特朗普。天哪，这些美国人！他们每次都能再蠢一点！哄堂大笑。嗯，差不多是哄堂大笑。我没笑，因为我了解大规模心理战的威力。

德语里有个说法叫“Mauer im Kopf”，大意为“心中的墙”。1990年东西德统一后，两德之间原本的边境不复存在，检查站被取消，铁丝网被拆除，柏林墙终于倒塌。然而，即便统一了15年，许多德国人也还是高估东西德城市之间的距离。一种挥之不去的心理距离似乎出卖了这个国家的地理统一，在国民心目中建起了一堵虚拟的高墙。虽然原先那堵钢筋混凝土的高墙早已倒塌，但它的阴影还在，被刻进了德国人的灵魂中。当这位新候选人异军突起，要求美国修建边境墙的时候，我明白这不是一个字面上的要求。民主党人和共和党人似乎都不知道该怎么应对这么一个荒谬的竞选纲领，不过，他们跟这匹黑马不一样，他们无法窥视美国人内心的波澜，也看不到这些人要求的不仅仅是一堵实体墙。这并不是修建字面意义上的墙——墙这个概念本身就为实现班农的目标做好了铺垫，他们要求修建的是美国版的“心中的墙”。

艾伦也没笑。在一次会议上，他说：“我真心认为特朗普会赢。”旁人看了看他，翻了翻白眼。有人说：“得了吧。”然后他把视线转向我，我说：“是啊，我也觉得他会赢。”话刚一出口，我就倒吸了一口凉气，完全明白了这一切：当年我参与构建的工具可能在唐纳德·特朗普当选美国总统这一进程中起着举足轻重的作用。

几周后，一封来自脸书的信件寄到了我父母家。我不清楚脸书是怎么弄到他们的地址的。我妈妈把信转寄给我。寄件方是脸书聘请的珀金斯·科伊律师事务所（Perkins Coie），希拉里·克林顿竞选团队也用这家律所支付后来被称为“特朗普-俄罗斯档案”的私人调查费用。脸书的律师们想确认剑桥分析获得的数据是否只用于学术目的，以及使用完毕后是否已经删除。既然剑桥分析已经正式助力特朗普的竞选工作，那么很显然，脸书认为其平台被盗取数百万用户的个人档案来获取政治利益会给它带来不好的影响，更别提剑桥分析因此获得了巨额的商业利润。此份律师函未曾提及脸书的数据被用来颠覆世界。当然了，该信只是一种可笑的、毫无说服力的表态，因为当初脸书明确许可剑桥分析所用的数据采集应用程序把数据用于非学术目的——这是我同科根合作时特意向脸书申请来的。脸书那种震惊又虚伪的反应更是让我困惑不已，因为在2015年11月左右，脸书聘请科根的合作伙伴约瑟夫·钱塞勒担任“量化研究员”。根据科根的说法，脸书是在被告知人格画像项目后才决定聘用钱塞勒的。后来，等到真相公开时，脸书扮演起了震惊受害人的角色，但它没有说清楚当时为什么愿意聘用一

个跟科根合作的人。不过，脸书后来发表了一个声明，说“他之前的工作与他在脸书的工作无关”。

剑桥分析当然不可能删掉脸书数据。可我已经离开剑桥分析一年多了，还遭到了它的起诉，所以根本不想为它辩护。我回复律师函，说我手头没有涉事数据，我不知道这些数据在哪里，还有谁手里有这些数据，也不知道剑桥分析拿这些数据在干什么——脸书也不知道。可我的偏执已经发展到不愿意同剑桥分析有任何牵扯的地步，所以我没有直接把回信扔进加拿大国会的外发邮件箱，而是步行去市中心寄。我一点都不想让剑桥分析玷污我为特鲁多工作的地点。

2016年9月22日，参议员黛安娜·范斯坦和众议员亚当·希夫发表声明，指出俄罗斯正试图破坏选举。在9月26日的第一轮总统竞选辩论上，希拉里·克林顿拉响警报。“我知道唐纳德高度赞扬弗拉基米尔·普京，”她说，“（普京）纵容网络攻击者黑进政府文档，黑进个人文档，黑进民主党全国委员会。我们最近得知，这是一种受到他们偏爱的搞破坏和收集信息的手段。”

“我认为没人知道是不是俄罗斯侵入了民主党全国委员会，”特朗普回应道，“她口口声声说俄罗斯，俄罗斯，也许真的是俄罗斯。我的意思是说，可能是俄罗斯，还可能是许多其他人。或许就是某个坐在床上、体重400磅[2]的人，明白吗？”

10月7日，就在《走进好莱坞》节目录制的特朗普大谈自己可以“抓女人的下体”的视频曝光后不到一小时，维基解密就开始公布从希拉里竞选团队主席约翰·波德斯塔的电子邮件账户里黑来的邮件。这些邮件将会一点一点地持续公布，直至选举日，这一行为给民主党造成了灾难性后果。曝光邮件揭露了希拉里·克林顿在华尔街演讲的细节，一时间丑闻迭出。另类右翼中的极端分子利用这些邮件为一种疯狂的理论煽风点火，那就是希拉里竞选团队的最高层卷入了华盛顿哥伦比亚特区一个在比萨店里进行的儿童性交易犯罪活动。我的思绪一次次地回到剑桥分析、俄罗斯政府和阿桑奇之间的关系。剑桥分析的脏手似乎染指了这场肮脏竞选的方方面面。

选举日当晚，我在温哥华和一群人一起观看选举。我们在一个大屏幕上播放美国有线电视新闻网，在其他较小的屏幕上收看其他新闻

频道，与此同时，我还电话连线来自设得兰群岛的英国议会议员阿利斯泰尔·卡迈克尔。我在伦敦期间和他成了好友。随着希拉里·克林顿的得票数字越来越惨，我实时获悉美国人、加拿大人和英国人的反应。美国有线电视新闻网打出特朗普胜出的字样时，震惊笼罩了整个房间。

我的手机不断响起短信提示声，知道我曾经在剑桥分析供职的人纷纷同我联系。希拉里·克林顿团队蓄势待发的庆功派对上的某些支持者被她的落败弄得不知所措，开始把怒气发泄到我身上。具体细节我记不得了，但他们的情绪主要是愤怒和绝望。不过有一条评论我倒是还记得，因为它戳到了我的痛处。一位同我交好的民主党人写道："这对你而言可能只是一场游戏，但我们却是要承担结局的人。"

那天晚上和第二天，特鲁多的顾问们崩溃了，因为他们自以为了解的那头南方大象突然之间变得陌生了。特朗普会取消北美自由贸易协定吗？会有暴乱吗？特朗普是俄罗斯的傀儡吗——电影《谍网迷魂》（*The Manchurian Candidate*）的真实版？人们急切地寻求答案，由于史蒂夫·班农现在变得炙手可热，而我是唯一对他有了解的人，所以他们不断问我接下来会发生什么。他们想知道该怎么和这些陌生的另类右翼顾问打交道，因为很快双方就得展开重大国内（和国际）事务的谈判。我满脑子只有一个念头：三年前我在剑桥的酒店客房里见过的那个人现在得到了美国总统的重视。

选举日之后的那天，卡迈克尔打电话给我。听到他那自带镇静作用的苏格兰腔调，我如释重负。"我们得仔细想想你接下来该怎么办。"他说。这些年来，我把有关剑桥分析的一切都告诉了卡迈克尔，他是这世上我绝对信任的少数人之一。他很了解我，知道我不会坐视特朗普和班农在操控选举后又掌控大局。赌注已经太高了，呈指数式增长。那个可笑的电视真人秀明星不再只是一个煽动者，他要领导整个自由的世界了。

整个11月和12月，我都在思考该说些什么，要向谁说。特朗普的当选依然不像真的，因为奥巴马的总统任期尚未结束。好像全世界都屏住了呼吸，等着看1月20日之后会发生什么。

大选前，民主党的朋友主动提出帮我搞到希拉里·克林顿就职舞会的门票。但大选后，我没有飞去华盛顿哥伦比亚特区跟那些欣喜若狂的民主党人开派对，而是在美国有线电视新闻网上观看参加者寥寥的特朗普就职典礼。就在那时，我看到了难以置信的一幕。我看到他们了：班农，一副被狂风摧残的精灵模样；我通过默瑟家族认识的凯莉安妮·康韦，穿的衣服像美国独立战争时期的军装；丽贝卡·默瑟，身穿皮毛衬里的大衣，架着一副好莱坞小明星常戴的墨镜。然后我想起了几年前辞职时尼克斯在餐厅里对我说过的话。“只有等到我们大家都坐进了白宫你才会明白，”他说，“我们中的每一个人，除了你。”嗯，尼克斯倒是不在华盛顿，但其他人真的都在。

那年1月，班农到国家安全委员会任职。这下，卡迈克尔让我“小心”的告诫更加贴切了，因为班农可以调用全美的情报和安全机构。如果我因为吹哨或其他行为激怒了班农，他有能力毁掉我的人生。

同样令人担忧的是，班农可以帮忙安排剑桥分析承接美国政府的项目。剑桥分析的母公司SCL集团早已接过美国国务院的项目。这意味着剑桥分析可以获取美国政府的数据，而美国政府反过来也可以获取剑桥分析的数据。让我惊恐的是，我意识到班农可以建立他自己的情报机构，而且他所效力的政府不信任中央情报局、联邦调查局或者国家安全局。我感觉自己正活在噩梦里。更糟糕的是，我感觉自己正活在尼克松的春梦里。想想看，要是尼克松当年能拿到每个美国公民的私密又细致的数据，他会做什么。他不只会玩弄“老鼠”，还会玩弄整本宪法。

政府机构通常需要先拿到许可令才能收集人们的私人数据，但由于剑桥分析是一家私营企业，所以它不受这种权力制衡机制的约束。我开始回想跟帕兰提尔的员工开过的会议，思考为什么他们当中有些人对剑桥分析这么兴奋。美国没有隐私法来制止剑桥分析随心所欲地收集脸书数据。我意识到，如果班农拥有一个私有化的情报单位，他就可以绕过那些联邦情报机构对美国人隐私的有限保护。我突然想到，暗深势力不只是另外一种另类右翼叙事，它还是班农自我实现的预言。他想要成为暗深势力。

注释：

[1]1英尺合30.48厘米。

[2]1磅约合0.45千克。

第十一章 曝光

> 3月17日晚上，《卫报》和《纽约时报》彻夜不眠地准备新闻的曝光工作。《纽约时报》拟定的标题是“特朗普的顾问怎样利用数百万脸书数据”。……这些报道如病毒般迅速传播。……第四频道还播放了2016年落选的民主党总统候选人希拉里·克林顿的采访实录，希拉里认为对剑桥分析的指控“极其令人不安”。……“如果有一个大规模的宣传行动向人民大量灌输虚假信息，导致他们不能清楚地思考……他们使用的每一个搜索引擎，访问的每一个网站，都在重复这些虚假信息，那么的确，它干扰了选民的思维过程。”

特朗普的就职典礼过去了两个月。2017年3月28日早上，我醒来时有点昏昏沉沉的。为了写一份简报，我熬了夜，当时才刚过6点。我只穿了内衣，站着等咖啡煮好，顺手打开脸书，看到一个叫“克莱尔·莫里森”的人给我发来一条私信。我点开这个人的个人资料，没有看到头像。

> 你好，克里斯托弗，希望你不介意我联系你。我其实是记者……叫卡萝尔·卡德瓦拉德。我这段时间一直试图联系剑桥分析/SCL的前员工，想要更加准确地还原这家公司的运作机制等情况。别人对我说你是整个运营的主脑……

这一定是剑桥分析在搞鬼，我心想。不要有下次。我只知道这一定是剑桥分析在捣乱。从来没有记者主动联系过我，我发出的所有警告都无人理睬，而这种私信正是尼克斯喜欢耍的花招。我一点都不想理睬这个连头像都没有的“克莱尔·莫里森”，除非她拿出实实在在的身份证明来。于是我回复道，我需要她证明自己真的是《卫报》记者。

就在同一天，卡德瓦拉德用她《卫报》的电子邮件账户给我发来一封长长的邮件。她写到了“投票脱欧”、BeLeave、达伦·格兰姆斯、马克·盖特尔森，还提到她对那些竞选宣传战寻根究底后发现一切似乎都可以追溯到一家叫AggregateIQ的加拿大小公司。她听人说我认识

这些人和公司。卡德瓦拉德还写道，她一直在调查AIQ和英国脱欧的关联。2017年年初的一个晚上，有个新闻信源给她提供了一条奇特的线索。AIQ在正式的开支申报表上列出的电话号码跟SCL官网上的历史文档中列出的“SCL加拿大”的电话号码是一样的。那时候，除了2005年《石板》（Slate）杂志上的一篇题为《你无法接受真相：心理战宣传成为主流》的文章，卡德瓦拉德没有找到任何有关SCL的公开信息。那篇文章一开头就设定了一个场景：一家“神秘的媒体公司介入，精心策划了一场高水平、大规模的欺骗性宣传”。

卡德瓦拉德继续抽丝剥茧，她越是调查，拼凑出来的故事就越是离奇。她找到了一个愿意跟她交谈且住在伦敦的SCL的前员工，但她的信源坚持要在某个隐秘的地方见面，而且要求她不得报道任何谈话内容，唯恐被公司发现他们两个有过交流。见面后，卡德瓦拉德听说了SCL在非洲、亚洲和加勒比海地区做过的一些疯狂的事情——美人计、贿赂、间谍活动、黑客、酒店住客的离奇死亡，等等。信源让她去找一个叫克里斯托弗·怀利的人，因为就是他把AIQ拉进了剑桥分析的“宇宙”。卡德瓦拉德调查了所有这些人和实体之间的复杂关系——“投票脱欧”、AIQ、剑桥分析、史蒂夫·班农、默瑟家族、俄罗斯和特朗普竞选团队，后来发现我处在这张关系网中间。她觉得我无处不在，简直就是2016年版的西力[1]。

一开始，我不想向卡德瓦拉德开口。我无意成为《卫报》某个大规模新闻调查的中心人物。我疲惫不堪。我受伤的次数太多了。我希望我能把剑桥分析带给我的磨难抛在身后。此外，剑桥分析不再只是一家公司。我的老上司史蒂夫·班农在白宫上班，在世界上最强大的国家的国家安全委员会里任职。我目睹了爱德华·斯诺登和切尔西·曼宁等吹哨人的命运，看到他们不得不听任美国政府的摆布。要想改变英国脱欧公投或者美国总统大选的结果也来不及了。此前我努力过，发出过警告，但似乎无人理睬。现在他们为什么要在乎呢?

然而，卡德瓦拉德在乎。我读了她发表的报道，看得出她的确在努力追踪剑桥分析和AIQ，但她还没有挖掘到他们的罪行深处。犹豫了几天后，我给她回复邮件，同意跟她谈谈，不过她绝对不可以在报道里公开这些内容。约定的通话时间快到了，我的心跳加速。我完全预料到了我们的谈话将极其不愉快。她会指责我，然后心不在焉地听我的回应，之后爱怎么写就怎么写。

没想到，电话那头的女人说：“哦，是克里斯吗？哦，你好！”我听到电话里传来狗叫的声音，然后她说：“对不起，我刚遛狗回来，正在泡茶。”我刚想开口说点什么，就又听到她对狗狗柔声细语地说着什么。我本来打算和卡萝尔聊二十分钟，结果四个小时后我们还在通话。那时候，伦敦一定已经过了午夜，但我们一直在聊，欲罢不能。这是我第一次真正把完整的故事告诉他人。她问我，剑桥分析究竟是做什么的?

“它是史蒂夫·班农的心理操控工具。”我直言不讳地说。

即便是卡德瓦拉德这样见多识广的记者，一开始也很难理解剑桥分析叙事那盘根错节的层次和联系。SCL是剑桥分析的一部分，还是反过来？AIQ跟它们又是什么关系？就算她把基本细节弄清楚了，我也还有很多东西没告诉她呢。我跟她说了心理测量画像、信息战和人工智能。我解释了班农扮演的角色，我们怎么利用剑桥分析为他打造文化战争所需要的心理战工具。我讲述了加纳、特立尼达、肯尼亚和尼日利亚的项目，还有那些打造了剑桥分析数据目标定位军火库的实验。终于，她开始明白剑桥分析的邪恶程度了。

2017年5月7日，她发表了剑桥分析系列报道的第一篇，题为《英国脱欧大劫案：我们的民主制度怎样遭到劫持》，引起了轰动。该文后来成为当年《卫报》网站阅读人次最多的报道。卡德瓦拉德的报道有料有据，但她才刚刚刮开了一个更阴暗的故事的表面。5月17日，罗伯特·米勒被任命为特别检察官，负责通俄门和特朗普竞选的调查。那时候，民主党人，甚至某些共和党人，都越来越强烈地要求彻底调查为什么特朗普先是命令联邦调查局局长詹姆斯·科米停止调查他的前国家安全顾问迈克尔·弗林，然后又解雇了科米。弗林后来被发现跟剑桥分析签有咨询合同。这整个故事涉及的远远不止英国脱欧，还有班农、特朗普、俄罗斯和硅谷。它揭示了你的身份被何人控制，你的数据被哪些公司拿来交易。

然而有一点比较麻烦。如果我想协助揭露真相，说服剑桥分析的其他人站出来，我就不能待在加拿大。我向贾斯廷·特鲁多团队的一些人吐露了实情，他们立即认识到情况的严峻性，鼓励我挺身而出，去英国协助《卫报》。于是我这么做了。

我没有具体计划，甚至还没有找好住处，所以就飞到了设得兰群岛阿利斯泰尔·卡迈克尔的选区。那是不列颠群岛的最北端，并入苏格兰前曾经是古挪威王国的一部分。降落后，我提着装有重要物品的唯一一个袋子走下一架小小的螺旋桨飞机时，看到卡迈克尔在等我。他已经给我找好了宾馆，不过去那里之前他要先带我兜个风。作为当地议员和无比自豪的苏格兰人，他急切地想带我参观一下这个岛，风雨无阻。在一个峭壁林立、设得兰矮种马和绵羊四下漫步的地方，他问我打算怎么办。

“我还没有计划，”我回答，“下周我会去见卡萝尔……你觉得这是个好主意吗，阿利斯泰尔？”

“不——这是个疯狂的主意！”他大声回答，几乎叫喊起来，然后陷入了沉默，“但它很重要，克里斯。我只能说，我会尽我所能地帮忙。”很少有政治家能让我心甘情愿地陪着走上几英里，冒着严寒穿行在苏格兰北方湿冷的草地上。可一直以来，阿利斯泰尔都是我可以依靠的人。他是我的知己、导师和朋友。

几周后，卡德瓦拉德终于和我在伦敦牛津广场附近的骑楼咖啡馆见面了。这家咖啡馆空间开阔，装潢摩登，窗边摆放着猩红色的沙发，吧台前的高脚凳是鲜艳的绿松石色。卡德瓦拉德在店里等我。她金发蓬乱，戴着墨镜，穿着豹纹无袖衬衫和穿旧了的短皮夹克，看上去像是骑行爱好者。我站在街对面，透过咖啡馆的大玻璃窗观察她。我不确定这个女子就是跟我在电话上交流了几个月的《卫报》记者，于是就在手机上搜索很多卡德瓦拉德的照片，然后把手机举高，拿照片跟坐在店里的女子对比。她一看到我就跳起来大喊：“哦，天哪！真的是你！你的个子比我想象中高！”她起身过来拥抱我，告诉我《卫报》希望下一篇报道能写剑桥分析是怎么收集脸书数据的，还询问是否可以在报道里公开我的身份。

这个决定不好做。如果公开我的身份，我就有可能得面对美国总统、他的另类右翼心腹史蒂夫·班农、唐宁街、激进的脱欧支持者，还有反社会人士亚历山大·尼克斯的怒火。如果我揭露剑桥分析背后的全部真相，我就会冒着激怒俄罗斯人、黑客、维基解密和一大批在非洲、加勒比海地区和欧洲等地违过法，却从未良心不安的人的风险。我见过他人受到严重的人身安全威胁；有几名前同事在我离职后警告

过我，要万分小心。在我加入SCL之前，我的前辈丹·穆雷塞安死在肯尼亚一家酒店的客房里。这不是我能轻易做出的决定。

我告诉卡德瓦拉德我会考虑，随后向她提供了更多信息。然而，《卫报》未能坚持报道真相，毁掉了我对它的信任。在5月7日那篇报道的开头，卡德瓦拉德写了索菲·施密特——谷歌首席执行官埃里克·施密特的女儿——把尼克斯介绍给帕兰提尔，从而引发一连串事件，导致SCL进军数据战场。我知道这件事，但我不是这个情节的来源。是别人告诉卡萝尔的。这篇报道写得很真实。事实上，我手里有邮件可以证明索菲·施密特同SCL的关联。这篇报道根本称不上诽谤，可施密特派出一大群律师，威胁《卫报》说要跟它打一场耗时耗钱的官司。虽然这场官司明显假得很，但《卫报》没有应战。报道发表几周后，它同意去掉施密特的名字。

接着，剑桥分析威胁说要就同一篇报道起诉《卫报》。即使《卫报》掌握了能证实我告诉他们的一切的文件、电子邮件和档案，但它再次让步。编辑们同意给报道中的某些段落加上“有争议”的标签，以便安抚剑桥分析，减轻报纸方面的责任。他们给卡德瓦拉德考据翔实的报道注了水。

这时候的我异常沮丧。我想：好吧，我刚搬回伦敦，我还没有工作，有人竟然叫我为一家都不敢捍卫新闻真相的报纸冒生命危险。让事态更复杂的是，之前我签署的那份超级保密协议禁止我透露在剑桥分析工作时的任何细节。剑桥分析让我签它就是为了加大我的法律责任。我相信，要是我违反协议，我的老东家一定会把我告到身败名裂。我的律师们说，我有一个强有力的辩护理由——我向《卫报》提供信息是为了揭露不法行为。然而，辩护理由充足并不能阻止剑桥分析告我，而在法庭上与剑桥分析抗争则意味着我得支付几十万英镑的律师费——我付不起。

尽管如此，我还是决意曝光整件事。我很快发现，我的最佳对策是跑到特朗普的老家去。卡萝尔把我介绍给伦敦著名的御用大律师加文·米勒。他在梅特里克斯律师事务所（Matrix Chambers）工作，承接过《卫报》的爱德华·斯诺登一案。他建议我把实情透露给一家美国报纸。他说，美国宪法第一修正案赋予美国报纸更多强有力的辩护理由，所以后者能更好地抵御诽谤指控。《纽约时报》不太可能会像

《卫报》那样退缩，而且它绝对不会在新闻报道发表后删除其中的某些文字。这是个绝妙的建议。此外，这样做可以确保这个故事在美国的曝光率和在英国一样高。

我告诉《卫报》，我打算把故事透露给《纽约时报》。他们不高兴，认为如果我们再等下去，外界对这个故事的兴趣就会淡下去，或者有人会抢先报道。然而，选择权在我，不在他们，而且我坚决不退让。我会向两家报纸的记者提供同样的信息，条件是他们需要在同一天发表——只能在我点头同意后。风险太高了，而且《卫报》在施密特一案中的行为让我开始警惕英国的诽谤法，它对原告极其友好，对我这样的被告就不妙了。我向《卫报》的编辑们重申，除非同《纽约时报》达成协议，否则我不会合作，也不会交出文件。卡德瓦拉德完全支持让《纽约时报》参与进来，而《卫报》没有多大的选择余地，所以勉强同意。想到要同竞争对手共享信息，《卫报》的编辑们觉得有点难堪。不过，我得夸他们一句。他们放下自己的自尊，同《纽约时报》的编辑们在曼哈顿开了一个会，讨论这一切的后续事宜。两家报纸在2017年9月达成了初步协议，此后不久，我见到了《纽约时报》指定报道此事的记者。

到了约好的同美国记者见面的那一天，我走进位于伦敦肖尔迪奇的霍克斯顿酒店。酒店的大堂酒吧里人声鼎沸，我发现了卡德瓦拉德，她正招手让我去她的餐桌。她对面坐着《纽约时报》的马修·罗森堡。他的头已经全秃了，身材有点健壮，而且显然离了婚，非常迷人。

“就是你喽？”罗森堡起身同我握手，“我猜的，”他说，“要把手机收起来吗？”

我们都把手机放进自己的法拉第笼里，以此屏蔽手机接收和传送信号。我和记者们的每次见面都从这个仪式开始。接着，我们把法拉第笼放进我特意带来的隔音袋里，拉上拉链。这是为了防止手机上提前安装的恶意窃听软件在没有远程激活的情况下也会自动开启。鉴于我剑桥分析的前同事们目前在特朗普政府就职，以及剑桥分析同黑客和维基解密的往来历史，我们必须非常小心。

我们花了两个多小时讨论我在剑桥分析的经历，然后罗森堡说他已经有足够多的信息来向他的编辑们汇报了。他为大家点了红酒，跟我们聊起他在阿富汗时发生在战场上的一些故事。他看上去直率又正派，我想这一次我们可能会成功。分别前，他给我留了一张名片——“《纽约时报》国家安全记者马修·罗森堡”。他在名片背面写了一个电话号码。“这是我的一次性手机号码，听到拨号音就输入这串数字，可以用几周。”

《纽约时报》加入后，我开始联系其他剑桥分析的前员工。记者们觉得有一个不断出现的主题值得关注：联系到的每个前员工都认为如果记者们能直接找尼克斯谈，他会管不住自己的嘴巴——他那早已过度膨胀的自我需要更多的刺激才能有快感，所以他会吹嘘剑桥分析的各种项目。虽说这话肯定没错，但向尼克斯透露曝光计划似乎并不是一个好主意。

“或许我应该试试去采访他。”卡德瓦拉德有一天下午对我说。然后她想出了一个更好的点子：抓尼克斯的现行。如果我们让尼克斯以为他面对的是潜在客户，为了给客户留下好印象并达成合作，他一定会透露他那些上不得台面的战术。我自己就目睹过十几次。而且要是我们能录下音的话，就能向世人证明我的指控是真实的。于是，除了《卫报》和《纽约时报》，我们决定去找英国第四频道新闻台。这是一家公共电视频道，依照法律，其节目必须比英国广播公司的节目更多元、更新颖、更独立。英国广播公司在报道新闻方面非常注重规避风险。

9月末的一个下午，卡德瓦拉德和我在伦敦克拉肯威尔离第四频道演播室几条街远的一家空荡荡的酒吧最里面见到了第四频道的新闻调查编辑乔布·拉布金和他的团队。卡德瓦拉德给我们双方做了介绍，然后拉布金谈了他团队的卧底经验。我跟他讲起剑桥分析在非洲做的项目时，拉布金瞪大了双眼。他打断了我，说：“这听上去太扭曲了，太殖民主义了。”拉布金是第一个在我面前用到“殖民主义”这个字眼的记者。从我这里听说过剑桥分析的大多数人都被特朗普、英国脱欧或者脸书深深吸引，但每当我谈起非洲，他们通常都会耸耸肩。“天有不测风云，那里毕竟是非洲。”然而拉布金非常犀利。剑桥分析在肯尼亚、加纳和尼日利亚的所作所为属于新殖民主义时代欧洲强国盘剥非洲人

的资源。虽然矿产和原油依旧是盘剥重点，但近来它们又开采了一种新资源：数据。

拉布金承诺第四频道调查小组将全力支持我们，而且他的团队愿意冒险进入剑桥分析公司当卧底。我开始和他们一起策划这场行动，要是能成功，我觉得肯定能真正揭发尼克斯恶劣手段的内幕。不过，这场行动非常复杂，牵一发而动全身。如果被尼克斯察觉，后果将是灾难性的。

正因为有这么多变量，吹哨成了一份全职工作。与此同时，我还得做好准备，万一有什么失误，就会迎来狂风暴雨般的法律纠纷。于是我发短信给整个夏天都在帮我忙的律师，他们的答复恰恰是我最不想听到的。我这事太大，他们无法继续提供无偿的法律援助；我要么付钱，要么找新律师。我觉得自己完蛋了。我失业了，处境十分复杂，还面临严重的法律风险，却没有律师。然而，人生往往祸福相依，不幸有时会给你带来惊喜。现在正是如此，没有这些祸，我就不会结识塔姆辛·艾伦。

加文·米勒听说了我的烦恼后，于2017年秋季把我介绍给宾德曼斯律师事务所（Bindmans LLP）的艾伦。她是英国一流的媒体律师，擅长诽谤和隐私案件。她的过往客户包括军情五处的前间谍和臭名昭著的新闻集团雇用黑客对付竞争对手一案中手机被黑的名人。她看起来像是帮我走出困局的完美人选，而且见面后我们一拍即合。艾伦小时候曾经因为裸泳被学校开除。20世纪80年代，朋克文化方兴未艾时，她移居伦敦，跟别人一起住在哈克尼非法占据的空房里。“我有许多绝对不能说的故事。”某个深夜我们一起准备证据时，她回忆道。艾伦本人就是叛逆者，所以她能够不动声色地接待我这么一个头发染成粉色、鼻孔上穿着鼻环的家伙，听我讲述间谍、黑客和数据操控之类的诡异故事。在我成为吹哨人的历程中，艾伦是我的头号盟友。

艾伦看出，我和第四频道、《卫报》及《纽约时报》的关注点不完全一致。记者们关心的是抢到年度，甚至是十年内的独家新闻，而我关心的是在不让自己陷入法律险境的同时把这个极其重要的故事公之于世。她建议我聚焦于剑桥分析损害了公共利益上，这样做的一个特别重要的原因是我签署的那份超级保密协议。如果被告必须揭露不法行为，或者被告的行动显然对公众有利，那么英国法律允许被告泄

露机密。我们花了很多时间讨论什么是“公共利益”，如何严格保持这一口径的一致性，如何避免透露任何太过八卦的消息或有可能危及英美政府合法的国家安全利益的东西，但是艾伦警告说，即便我们严格遵照法律准绳，剑桥分析还是有可能会起诉我。她告诉我，脸书也可能会起诉，而他们的方法几乎取之不竭。她还说，脸书或剑桥分析有可能会申请禁令，禁止报道发表。这种禁令在美国几乎没人听说过，但在英国却并不鲜见。收到禁令后进行抗辩会花很长时间，而且就算我们最终抗辩成功，英国记者也可能会临阵退缩——艾伦说这种事她见多了。

不过，上述还只是法律方面的场景设想。在我要讲述的故事里，许多人都有过违法行为。艾伦开始担心我的人身安全，我们只见了几次面，她就问我有没有家人在伦敦以及我采取了哪些防范措施。“紧急情况下你会打电话给谁？”她问我。我们必须制订一个计划。然而，随着时间的推移，艾伦和我之间的情谊逐渐加深。我决定一旦事情不妙，就打电话给她。

有了法律后盾的我开始向桑尼了解BeLeave和“投票脱欧”之间发生了什么。他非常坦率。他并不是非常理解自己所透露的内容——共谋和欺骗——的深层次意义，于是给我概括介绍了“投票脱欧”通过BeLeave给AIQ的账户转数十万英镑的安排。在我帮他看清了这一安排的违法之处后，桑尼终于明白自己被利用了。他之前并不知道AIQ是剑桥分析的一部分，而且从我这里听说AIQ在尼日利亚的选举中为剑桥分析传播了什么样的视频后明显厌恶不已。

几天后，他给我看了一个存有BeLeave、“投票脱欧”和AIQ战略文件的共享驱动器。按照英国法律，这是非法协作的证据。从活动日志中可以看出，有人曾经用管理员的账号从驱动器里删除了“投票脱欧”领导人的名字。桑尼告诉我，删除行为发生在英国选举委员会发起调查的同一周。“投票脱欧”在事发后坚称这只是数据清理，但在我看来，它似乎在删除经费超支的证据，而且还可能又犯下了一桩罪行：销毁证据。他们有蓄意掩盖罪行的嫌疑。后来桑尼给我看了驱动器上存储的其他人的名字，这一嫌疑就更大了。共享驱动器上有两个账户属于两位目前在首相办公室工作、为英国脱欧谈判提供咨询的高级顾问。我向桑尼强调说，他可能掌握着犯罪证据——事实上，好几桩罪行的证据，而且他必须万分小心，以免陷入危险境地。他早已得知我

同《卫报》和《纽约时报》的合作。意识到自己的发现有多重大后，他同意见卡德瓦拉德，把自己知道的情况告诉她。我还让他联系了塔姆辛·艾伦，以寻求独立的法律意见。

一开始，艾伦免费向我提供法律援助。但后来情况越来越复杂，让她免费提供我所需要的充分的咨询时间变得不可行。她还担心万一剑桥分析得知我要曝光他们后抢先把我告上法庭该怎么办。艾伦不肯为了钱将我拒之门外，但我们得开动脑筋另想办法。我们决定接触她的某些关系网雄厚的熟人，因为艾伦知道建立一个后援团非常重要。我们首先联系了休·格兰特——没错，正是出演《四个婚礼和一个葬礼》以及《BJ单身日记》的影星休·格兰特。吃晚饭的时候，艾伦解释了我的困境。桑尼也来了，和我们一起解释发生在“投票脱欧”的事情。格兰特热情体贴，就像他扮演过的许多角色。格兰特自己的数据也曾经被盗——鲁珀特·默多克旗下的《世界新闻报》（News of the World）黑进他的手机，窃取了他的手机短信。他被剑桥分析的活动规模吓呆了，说他会帮我们想想有谁能助上一臂之力。

几周后，我们找到了关键的助力。我们结识了自由民主党的一个上议院议员施特拉斯布格尔勋爵，他同时也是一个名为“老大哥观察”（Big Brother Watch）的隐私维权组织的创始人。他又把我介绍给一个极其富有的人士，后者专门来伦敦见了我。我问他为什么愿意帮忙，他告诉我这是因为他通晓欧洲历史，知道如果每个人都被分门别类管理的话后果会怎样。隐私是保护我们不受日益兴起的法西斯主义的威胁的关键，所以他说他愿意帮助我。几天后，他承诺给我资金，做我的后盾。

这只是助我平安度过吹哨考验的外援中的一部分。我就像《圣经》里的大卫，准备公然反对政界和企业界的巨人歌利亚。现在，我的阵营里有一心一意支持我的律师和记者，有辩护基金，还有大量的精神支持。吹哨人往往被塑造成孤独的积极分子，单枪匹马地对抗巨人，伸张正义。但我这个吹哨人从来就不孤单，而且有好几次都特别走运。没有这些帮助，我永远都不可能站出来。

2017年10月，艾伦和我会见了英国第四频道的新闻制片人、乔布·拉布金，以及他的编辑本·德皮尔。我向他们描述了尼克斯，告诉他们尼克斯经常从事的各种各样的违法活动。他们对偷录尼克斯谈话的想

法很感兴趣，但是随后在钓鱼行动的细节的讨论中，他们又怀疑这事太复杂，恐怕做不成。他们必须获得第四频道最高层法律团队的批准，而后者很可能认为万一弄巧成拙，第四频道承担的法律风险和名誉风险都太高。

我们开始同他们的律师一起准备详尽的法律文件。英国有法律保护这类钓鱼行动，但记者必须证明他们的提议有利于公共利益，他们不会故意陷害任何人，以及钓鱼行动会揭露疑似犯罪行为。如果尼克斯提起诉讼，事先准备好的这份文件将保护第四频道。

此次钓鱼行动必须一丝不苟地完成。我打电话给马克·盖特尔森，他毫不犹豫地答应帮忙。我们必须让尼克斯相信他接待的人是客户，对方想委托给他的项目是真的，而且他们的谈话完全私密。扮演“客户”的人必须对尼克斯的行事方式有充分了解。他必须确切知道该张口要什么，还得精通我们选择的“项目”所在国家的政治形势。

出于若干原因，我们决定把场景设在斯里兰卡，其中有两点主要原因。其一，SCL曾经在印度有业务，在那里设过办事处，所以尼克斯应该会觉得印度的邻国也算熟人。其二，斯里兰卡的政治和历史有如迷宫般复杂，所以在现实基础上虚构一个政治场景比较容易。我们的项目必须包括足够数量的真实人物，这样的话，见面前剑桥分析的助理在谷歌上搜索一番之后仍然会认为这事靠谱，于是我们就能通过他们的尽职调查程序。

第四频道雇了一个斯里兰卡调查员来扮演客户，给他起名为“兰詹”。其后，盖特尔森和我开始指导第四频道的团队，帮助他们了解尼克斯的习惯和癖好，给他们详细介绍剑桥分析筛选潜在客户的流程，向他们出示尼克斯写的电子邮件，好让他们明了他的经营方式和剑桥分析的运作方式。我们计划跟剑桥分析开四次会——三次是同剑桥分析的其他高管开的预备会议，最后一次是跟尼克斯开的成交会议。为了避免可能的诱捕指控，兰詹得让尼克斯主动提出非法运作的点子。

兰詹将扮演一个雄心勃勃的斯里兰卡年轻人，这个年轻人去西方挣了大钱后想返回祖国参选从政。然而，因为家族间的恩怨，他家族的资产被斯里兰卡政府的某位部长下令冻结了。兰詹会说出一位真实存在的部长的名字，然后给出足够多的有关斯里兰卡政坛的事实性细

节，让尼克斯和其他高管都信以为真。为此，第四频道必须提前做大量细致入微的研究工作，因为任何失误都有可能导致钓鱼行动失败。如果剑桥分析成功解冻那笔（虚构的）资金，它将会拿到那个人资产总值的5%作为报酬。这就是悬在剑桥分析面前的胡萝卜。我们知道尼克斯无法抵制诱惑。

最初的两次会议，接待兰詹的是剑桥分析的首席数据官亚历山大·泰勒和总经理马克·特恩布尔。他们在英国议会附近一家酒店的包房里见了面。两位高管极力鼓吹剑桥分析的数据分析能力，并提出可以为兰詹收集情报，但是这两次会议并没有取得任何实质性的成果。他们看起来有戒心，对剑桥分析的实际工作闪烁其词。第四频道很受挫，不过我们想到了一个解决办法。

我们意识到，这样的人但凡进入酒店包房，都会想当然地认为房间里有窃听设备，所以第四频道必须想办法把会议安排在公共场所。第四频道的高管不同意，说后勤保障跟不上。如果我们想在餐厅或者酒吧录音，噪声可能会把谈话内容掩盖掉。还有，我们该把摄像机架在哪里才能拍到剑桥分析高管的录像？我们不能直接领着他们走到一张特定的桌子落座，那也太可疑了。

值得赞扬的是，第四频道的团队做了一个大胆的决定。他们把一家餐厅的大部分就餐空间都租了下来，花钱雇人来边吃饭边轻声交谈，然后在隐秘之处安装了几十个隐藏摄像机，覆盖所有餐桌。尼克斯和其他高管可以随意选择座位，这样他们可以没那么多防备。然而，他们周围几乎所有的物品都是伪装过的摄像机，甚至某些餐桌摆设、手提包，还有坐在附近的“食客”都在录下这场谈话。

双方在这家餐厅见了两次面。第一次会面时，特恩布尔为剑桥分析提供的某些比较可疑的服务做了准备。他告诉兰詹，剑桥分析可以挖一挖那位斯里兰卡部长的黑料。他说他们会“不动声色、不露痕迹地找到他所有见不得人的秘密，然后写一份报告给你”。不过，最后他又改了口，说“我们不会派漂亮姑娘去诱惑政治人士，然后录下床戏去曝光。有些公司会这么做，但在我看来，这属于越界”。当然了，通过描述剑桥分析理论上不会做什么，他成功地把这道大菜端到了兰詹面前。

终于，钓鱼行动开始数周后，尼克斯要登台亮相了。为了这第四次会议，第四频道格外谨慎，力争一切都被安排得尽善尽美。所有餐桌都安上了窃听装置，整个餐厅也都覆盖了摄像机，连隔壁桌吃午饭的几名女性的手提包里也隐藏着摄像机。一切就绪，我们屏住呼吸，祈祷尼克斯不要毁约或者改期。

他没有。他掘下了自己的坟墓。兰詹的表现完美无缺，问了所有该问的问题，并在最恰当的时刻表现出兴趣。而亚历山大，多谢他，就那么自投罗网，张开了他的大嘴巴。

第四频道直到两个月后才给我们看在餐厅拍下的录像。11月初的一个早晨，我同艾伦有个约会。那天阳光明媚，天气凉爽，于是我决定走路去。在接待大厅等她的时候，我注意到有一个陌生号码给我连发了好几条短信。我打开一看，不禁叫了起来："可恶！"前台接待人员站起来询问我还好吗，我说不好。这些短信都是我那天早上步行的照片。有人一路跟踪我来到律所，而且还要我明白这一点。

我们怀疑剑桥分析可能已经发现我搬回了伦敦，于是雇了一家公司来刺探我在做什么。从那一刻起，艾伦说我需要改变我的日常活动规律——去哪儿，怎么跟律师见面。几天后，"离开欧盟"在推特上发布了一段截取自电影《空前绝后满天飞》（*Airplane!*）的视频，里面有个"歇斯底里"的女人一再挨揍，只不过这个女人的脸被换成了卡德瓦拉德的脸。视频的背景音乐是俄罗斯国歌。她告诉我，她发现"离开欧盟"可能找了一家私人情报公司来调查她。她还警告我，如果对方正在跟踪她，那他们很可能看到过我，并发觉我们之间的关系。艾伦提醒我，如果剑桥分析发现了我在做什么，它可以去法庭申请禁令，禁止我把更多材料交给《卫报》或《纽约时报》。事态每转变一次，我就越发担心前路。几天后，即11月17日，也是卡德瓦拉德在《卫报》上发表文章透露她遭到威胁的那天，我在伦敦街头突然惊厥，人事不省，被送进了医院。医生说无法确定病因。

出院后不久，我问艾伦有没有办法保护我拥有的信息，反抗任何阻止将其公之于众的行为。在英国，有没有什么不受禁令制约的可靠途径？她说没有，但刚说完就又顿了顿，说的确有一个例外，但仅适用于英国议会两院。古老的议员豁免权法保护议会议员不受法庭禁令或诽谤索赔的困扰。乍一听，探讨上溯至17世纪的法律原则似乎是学

术性质的，但艾伦的说法让我想到，阿利斯泰尔·卡迈克尔说愿意帮我忙，这次我该去找他了。我在卡迈克尔位于议会的办公室里见了他，告诉他我可能被人监视，需要他帮我保管一些硬盘。要是将来我无法公布硬盘上的信息，至少能保全证据。卡迈克尔同意了，还说万一有这么一天，他会竭尽所能地公布这些信息，即使动用他的议员豁免权也在所不惜。我交给他几个硬盘。在新闻报道出炉前，我们一直把关键证据存放在他的保险箱里。

我还帮他弄到了一些相当重大的录音。埃玛·布赖恩特博士是一位英国教授暨信息战专家。为北大西洋公约组织研究剑桥分析期间，她数次遇到过剑桥分析的高管。即便她惯于出没军方的宣传圈子，也还是被剑桥分析高管的言论惊到了，并开始对会话进行录音。卡德瓦拉德之所以介绍我俩认识，是因为布赖恩特需要找到像卡迈克尔这样的议会人士对她的信息提供同样的保护。我坐在阿利斯泰尔的办公室里，和他一起听布赖恩特播放一段剑桥分析的母公司SCL集团的首席执行官奈杰尔·奥克斯的谈话录音。“希特勒攻击犹太人，倒不是因为他讨厌犹太人，而是因为人们不喜欢犹太人，”奥克斯说，“于是他利用了一个假想敌。嗯，特朗普也是这么做的。他利用了一个穆斯林。”奥克斯的公司正在帮特朗普做希特勒当年做过的事情，但他似乎觉得整件事情很搞笑。在另外一段布赖恩特同“离开欧盟”的公关负责人威格莫尔进行讨论的录音里，后者似乎也有意重温纳粹宣传战的战略性质。在录音里，威格莫尔解释说：“纳粹的宣传机器，打个比方，如果你剔除所有的丑恶、恐怖之类的内容，只看本质，你会发现用它达成目的的手段其实非常高明。从纯粹的市场营销角度来看，他们说什么、为什么这么说、怎么说，还有他们使用的意象……这背后都有逻辑可循。前事不忘，后事之师。咱们现在正站在这次（2016年脱欧公投）宣传的风口浪尖，回头一看，你会想，哎哟，这可不是什么新鲜玩意，这不就是——手头有什么就用什么的权变之术嘛。”在播放录音的过程中，卡迈克尔一直坐着不吭声。

终于，2018年2月的一天，艾伦和我受邀去英国独立电视新闻公司大楼的放映室观看视频录像。这栋楼正好位于塔姆辛·艾伦办公室的街对面，都在格雷律师学院路上。我看到录像里的尼克斯在那间伪装过的餐厅里的椅子上变换坐姿，努力迎合他客人们的突发奇想和欲望。我听着他说的每一句话，看着他犯下的每一个错误。太疯狂了。我看到尼克斯的真实面目，听到他亲口承认剑桥分析曾经做过的荒唐之事

以及剑桥分析未来愿意做什么。尼克斯说，在2016年竞选期间，他见过特朗普“很多次”。特恩布尔更进一步，他又揭示了剑桥分析怎样构建“骗子希拉里”（crooked Hillary）这一叙事。“我们只不过把信息注入互联网的血液，随后观察它的流动和壮大，”他说，“这玩意渗透了网络社群，但它不打品牌，所以没法归因，也没法追踪。”看着看着，我难以自持。我的经历终于被尼克斯本人的言论证实了。

视频可谓完美。尼克斯和特恩布尔被抓了现行，他们大大咧咧地表示愿意去挖那位斯里兰卡部长的黑材料，然后敲诈他。尼克斯跷起二郎腿，啜了一口酒水，说道：“深挖污点很有趣，但是你知道的，还有一个办法，效果一样好。你去找那些在位者，跟他们谈一笔对他们来说划算得不得了的交易，不过要记得录像。你知道，这一类战术很有效，立马就有了腐败的视频证据。把它上传到互联网，这种东西……

“我们会找一个搞房地产开发的富商——找人假扮的……他愿意给候选人一大笔钱，资助他的竞选活动，条件是竞选胜利后要拿到一些土地。这是打个比方。我们会全程录像，我们会遮掉我们这边的人的脸，然后放到网上。”

没错，尼克斯确实在我们这场钓鱼行动中提议了钓鱼行动。我跟艾伦和第四频道的团队坐在一起看他表演，充分体会到其中的讽刺意味。然后，尼克斯又抛出了另外一个建议：“派些女孩子到候选人的住宅附近。我们对此很有经验……我们可以带一些乌克兰女郎一起去斯里兰卡度假，你懂的……她们很漂亮。我发现这么做效果很好……我只是给你举例说明我们能做什么，以前做过什么……我的意思是，虽然听起来可怕，但这些事情不必真的发生，只要有人相信就行。”

几个月的心血和无休无止的争论后，我们终于准备就绪。第四频道的这段录像将成为我们所要曝光的报道的致命一击。彼时彼刻，我终于相信我们真的打算阻止剑桥分析。

我们最后达成一致，纸质版的新闻报道和相应的电视广播调查将在2018年3月的最后两周出炉。在正式报道几周前，我去英国数字、文化、媒体和体育委员会主席达米安·科林斯的办公室拜会了他。他的办公室设在议会名下的保得利大厦，这是一幢摩登的玻璃幕墙大厦。科

林斯已经启动了针对社交媒体不实信息的正式调查，几个同我有过讨论的议员和委员会主席建议我去见他。科林斯是一个彬彬有礼的时髦人士，说话时流露出某种上过预科学校的托利党人的魅力。刚见面时，他就给我留下了深刻的印象。他对剑桥分析的了解超过我此前见过的任何一个议员，而且事实上，他已经在几个月前传唤过尼克斯去做证。尼克斯在委员会面前否认——这可是记录在案的——剑桥分析使用过脸书数据。我告诉科林斯这是假的，尼克斯可能欺骗了委员会。这相当严重，因为它可以被视为藐视议会。我把从卡迈克尔的保险箱里取出来的一个硬盘插入我的笔记本电脑，然后把电脑屏幕转向科林斯。屏幕上是一份关于脸书数据的已被完全履行的合同，上面有尼克斯和科根用明亮的蓝色墨水签下的名字。我们花了几个小时的时间仔细翻阅剑桥分析的内部文件，证实该公司利用了脸书数据，并且同俄罗斯公司有来往。我还给科林斯播放了他们在网上传播过的一些令人毛骨悚然的谋杀视频。后来我把科林斯和委员会的职员指明需要的文件复制在一个硬盘上交给了他。我们达成协议，在计划报道日两周后，他的调查组会传唤我过去公开做证。同一天，他将通过委员会连续公布我提供给他的文件。

与此同时，我还一直在向信息专员办公室——负责数据犯罪调查的政府机构——通报我们收集到的剑桥分析非法活动的证据。看完第四频道的录像后，我告诉伊丽莎白·德纳姆专员，剑桥分析并没有偃旗息鼓，它还在向潜在客户兜售更多犯罪活动。信息专员办公室要求我们推迟报道时间，因为他们想在一切公之于众之前突击搜查剑桥分析。他们不希望剑桥分析有机会销毁证据。我把手头所有的证据都交给了他们，包括剑桥分析高管的文档、项目文件和内部邮件的复件，然后他们又把证据转交给英国的联邦调查局——英国国家犯罪调查局。因为这些数据相当复杂，所以我不得不事先进行梳理，以便信息专员办公室发出正式的突击令。塔姆辛和我还在着手准备证人陈述和一份有关脱欧宣传团队在拉票过程中所犯罪行的完整的意见书，并提交给英国选举委员会。我们几乎不眠不休——又要撰写法律文书，又要给执法部门出谋划策，还要应对记者。那段时间真是筋疲力尽。但终于，一切都准备就绪了。

见报前一周左右，《卫报》向报道中提及的个人和企业发出了意见征询信。这是英国新闻界的传统做法，旨在发表新闻报道前给涉事人回应指控的机会。3月14日，我收到脸书发来的律师函，要求我交出

所有电子设备供他们检视，还援引了《计算机欺诈和滥用法》及《加利福尼亚刑法典》中的相关条款，试图用刑事责任威胁我。3月17日，即新闻报道发表的前一天，脸书威胁说，如果真的见报，它就要起诉《卫报》，而且脸书坚称未曾发生过数据泄露。在意识到见报势在必行之后，脸书为了先发制人、转移视线，宣布禁止我、科根和剑桥分析使用脸书平台。《卫报》和《纽约时报》大为光火，因为脸书利用它们本着善意原则发出的事前通知，抢先发表声明，试图破坏我们的报道。

3月17日晚上，《卫报》和《纽约时报》彻夜不眠地准备新闻的曝光工作。《纽约时报》拟定的标题是“特朗普的顾问怎样利用数百万脸书数据”。《卫报》的编辑选了一个更为戏剧性的标题——“‘我制造了史蒂夫·班农的心理战工具’：数据战争吹哨人挺身而出”。这些报道如病毒般迅速传播。当晚，第四频道开始播出系列报道，包括曝光尼克斯、给剑桥分析狠狠一击的钓鱼行动。第四频道还播放了2016年落选的民主党总统候选人希拉里·克林顿的采访实录，希拉里认为对剑桥分析的指控“极其令人不安”。在采访中，希拉里说：“如果有一个大规模的宣传行动向人民大量灌输虚假信息，导致他们不能清楚地思考……他们使用的每一个搜索引擎，访问的每一个网站，都在重复这些虚假信息，那么的确，它干扰了选民的思维过程。”卡德瓦拉德的专题报道随即引起轰动。《卫报》的另外两名记者埃玛·格雷厄姆-哈里森和萨拉·唐纳森也发表文章解释所有这一切的联系。她们高超的叙事技巧显然让普通的非技术人士都产生了共鸣，社交媒体上议论纷纭，引发了一场大型狂欢（脸书除外，它正忙着在“热点新闻”部分宣传自己的新闻稿）。《纽约时报》报道的重点是脸书数据外泄，认为“这是社交网络史上规模最大的数据泄露案之一”。卡德瓦拉德报道的联名作者马修·罗森堡和尼古拉斯·孔费索雷也另行发表了文章，揭露班农、默瑟和剑桥分析之间的关系，并且详细解释了这三方是怎样利用脸书数据将特朗普推向总统宝座的。

在伦敦，英国当局对剑桥分析和脸书的调查已经进行了几个月，因为我在新闻曝光前就把证据交给他们了。然而，就在英国信息专员办公室向英国法庭申请搜查令，以便搜查剑桥分析的办公室、扣押物证之时，脸书聘用了一家数据取证公司检查剑桥分析的服务器，抢在官方前面进入剑桥分析总部。英国信息专员办公室需要搜查令才能入内，但脸书不需要，因为剑桥分析已经给了它出入权。脸书得知新闻

报道即将曝光之时联络了剑桥分析，后者同意向脸书提供其服务器和电脑的访问权，而信息专员办公室还在走申请搜查令的流程。不过，信息专员办公室获悉脸书人员已经进入剑桥分析总部后火冒三丈，他们从来没见过有哪家公司如此厚颜无耻地处理即将成为法庭搜查令搜查对象的证据。更为严重的是，脸书在此事中并非局外人——脸书的数据也是调查的对象，而且脸书进入了疑似犯罪现场处理信息，这也会影响它的法律责任。信息专员办公室派出的工作人员在警察的护送下抵达现场。那天深夜，信息专员办公室的工作人员和英国警察与脸书的取证审计员之间上演了一场激动人心的对峙。脸书的审计员被勒令停止一切行动，立即离开剑桥分析的办公室。他们同意退出。英国信息专员伊丽莎白·德纳姆被脸书的行为大大激怒了，很少出镜的她第二天甚至在英国新闻界露了脸，发表声明说脸书的行动“有可能破坏一项监管调查”。

大西洋两岸反应迅速，议论四起。英国议会传唤我去“假新闻和不实信息”调查组做证。这只是多次公开和非公开听证会里的第一场，听证范围囊括从剑桥分析雇用黑客到脸书的数据外泄，再到俄罗斯的情报行动等林林总总的主题。英国广播公司负责报道听证会的驻议会记者马克·达西说：“我认为（由数字、文化、媒体和体育委员会召开的）克里斯·怀利听证会是我在议会见过的最令人震惊的一场听证会。”

在华盛顿，联邦贸易委员会和证券交易委员会发起调查，而英美两国的立法者开始要求脸书的首席执行官马克·扎克伯格宣誓做证。新闻曝光几周后，司法部和联邦调查局的工作人员飞到英国，在一个皇家海军基地同我见面。英国国家犯罪调查局向皇家海军借用了我们见面的大楼。

脸书的股价一路下泻，但扎克伯格不见踪影，直到3月21日才露面。他在脸书上发帖说自己“一直都在了解实情”，并且认为“科根和剑桥分析对脸书失信了”。“删掉脸书”的标签开始在推特上走红，埃隆·马斯克火上浇油，发推表示他已经删除太空探索技术公司（SpaceX）和特斯拉（Tesla）的脸书页面。在我准备公开听证会证词的时候，我听美国说唱歌手卡迪·B的歌曲。她的首张专辑在新闻曝光几周后发行，专辑名为（纯属巧合）《侵犯隐私》。社交媒体上旋即开始流传表情包，把马克·扎克伯格的脸粘到这张白金唱片的封面上。这个新闻看似

触动了时代思潮，早已对脸书的运作感到不安的人发现他们的恐惧被大张旗鼓地公开证实了。深陷公关噩梦的扎克伯格购买各大报纸的广告空间发表道歉信。这离脸书首次威胁要起诉《卫报》，从而阻止新闻曝光才过去了几周。然而，这封道歉信对平息怒火没起到多大的作用。仅仅两周后，扎克伯格就接受了美国国会领导人长达两天的质询。

在英国，尚待报道的内容还有很多。这次的重点是英国脱欧。就在美国第一轮新闻曝光正进行得如火如荼之时，又有一批意见征询信被发给"投票脱欧"的涉事人员，多米尼克·卡明斯和斯蒂芬·帕金森也在列。"投票脱欧"的前员工纷纷致电桑尼。那天晚上只有在桑尼抵达我们律师的办公室之后，我们才了解到帕金森的回击。他的回应对人不对事，残忍程度超乎想象。当时帕金森担任首相特雷莎·梅的高级顾问。在《卫报》付印该报道前一天，唐宁街新闻办公室发布了一份正式声明，而我们直到《纽约时报》询问我们对此有何评价时才得知。在声明中，帕金森披露了他和桑尼的关系，声称桑尼对他的指控纯粹是情场失意。桑尼是巴基斯坦的穆斯林教徒，还没有向家人坦白自己的同性恋取向，因为这会让他在巴基斯坦的亲属身陷险境。这一点帕金森完全了解。即便如此，他还是选择把桑尼推到了世界媒体的聚光灯下，让他的这个前实习生独自承担后果。首相新闻办公室出于报复心理公开曝光某人的同性恋身份，这是历史上，至少是当代历史上的第一次。桑尼得知这个声明后，一脸凝重，与在场的人一一对视，然后瘫倒在椅子上。艾伦和卡德瓦拉德后来说服卡明斯删除他为回应这件事写的一篇博文，但伤害已成事实。这正是帕金森的意图。

曝光"投票脱欧"内幕的报道不得不同《每日邮报》（*Daily Mail*）周日版的封面故事争夺眼球。后者的大标题是——"性爱有毒，首相助理因为支持脱欧者所策划的金钱阴谋跟恋人吵翻"。英国右翼媒体一如既往地中伤LGBTQ人士，把桑尼和他出具的英国历史上最大规模的竞选经费违规案的证据贬低为"性爱有毒"。这时候，桑尼远在卡拉奇的家人不得不采取安全措施，因为在巴基斯坦，LGBTQ人士和他们的家人会受到暴力威胁。他的生活，还有他所爱的人的生活，从此变得天翻地覆。我永远都不会忘记那晚午夜钟声敲响后的半小时，我透过窗户看到桑尼孤零零地坐在艾伦的办公室里，拨通他妈妈的电话，告诉她，是的，他是同性恋。彼时彼刻，他作为吹哨人站出来的勇气与这一决定的后果难解难分。接下来几天，桑尼面临更严重的暴力，因为

有人拿着隐藏摄像机跟踪他，而我和他在一家同性恋酒吧内的一张照片被传到英国另类右翼的网站上，下面有极其恐同的留言。首相特雷莎·梅本人在议会为帕金森的行为辩护。目睹桑尼的遭遇，我心都碎了，但有他做我的朋友，我也非常自豪。

3月20日晚上，即剑桥分析报道出炉三天后，我和艾伦、桑尼一起去伦敦的前线俱乐部。这是我第一次公开露面。进门时，摄影师们蜂拥而上。会场里挤满了来自世界各地的记者，他们抢夺离我们最近的座位。会场最后面一溜架设着来自二十多个新闻频道的摄像机，屋里人头攒动，温度越来越高。记者兼隐私活动家彼得·朱克斯在众人面前采访我，我接受了提问。后来，问题多到我实在答不完时，我就从一个隐秘的疏散出口离开了。为了不引发混乱，按计划艾伦要比我晚几分钟离场。出门后，我右转沿着诺福克广场前行时，突然有名男子迎上来，举起一部屏幕发亮的手机照花了我的眼睛。我倒退一步，十分困惑，也有点惊恐。我问他想干什么，他让我看一眼他的手机。

视力恢复过来后，我看出手机屏幕上展示的是剑桥分析出具给英国独立党的发票截图。然后他滑动屏幕，上面似乎是“离开欧盟”的公关负责人安迪·威格莫尔写给某个有着俄罗斯人名的收件人的电子邮件。我没有多少时间细看邮件正文，但它讨论的似乎是黄金。“他们跟俄罗斯人勾结。”那人告诉我。这时候，艾伦和其他一些人出来了。一看到这名男子，他们就担心起我的安全，赶快跑过来想要抓住他，不过那人甩开他们跑远了。我对这一切还恍恍惚惚的。那天早些时候，我一直在轮番接受电视台的直播采访，而且还要躲避摄影师。这一天下来，实在是吃不消。坐车回艾伦办公室取我的包时，我告诉她，虽然我不确定那人想做什么，但他手机上的内容应该是真的：我认出了上面的银行账户。那周晚些时候，艾伦收到了一条神秘短信。她打电话给我说她认为那名拦路男子想联系我。

我当时还以为我的吹哨生涯已到此结束，然而，接下来发生的事情将我引向敏感地带，以至于2018年6月那天我和美国众议院情报委员会的会议不得不在国会大厦地下的敏感信息隔离设施进行。那次秘密听证会之前的两个月里，我同上述男子在伦敦几个随机选择的地点见过面。显然，他有权访问“离开欧盟”的联合创始人阿伦·班克斯和公关负责人安迪·威格莫尔的文件。这些文件记录了英国这家主张脱欧的重要的另类右翼宣传团体和俄罗斯驻英大使馆在英国脱欧公投宣传期间

的大量的通信往来。这些文件的真实性得到确认后，艾伦和我联系了军情五处和国家犯罪调查局。

4月，艾伦前往伦敦某个大型火车站内一间不挂牌的国家犯罪调查局办公室，代表我会见该局官员，因为我们不能确定是否有人跟踪我。我们知道那名男子随身携带着这些可能指证俄罗斯情报行动的文件出行乌克兰和东欧后非常担心，国家犯罪调查局向英国驻基辅大使馆通报了情况。后来那名男子销声匿迹，手机也关机了。我们非常关心他的人身安全。

几周后，那名男子重新现身，要求再次同我见面。艾伦和我决定偷偷录音。我们复制了接下来几次会面的录音，把它们和若干文件的截图都交给了英国当局。我们还告知了美国人，因为我们看到的证据显示，俄罗斯人在剑桥分析的客户们拜会特朗普竞选团队之前和之后都会马上同这些客户取得联系。最终，我们在美国国会大厦南希·佩洛西的办公室里见到了加利福尼亚州众议员亚当·希夫。当时他是众议院情报委员会的首席民主党议员。艾伦和我告知希夫议员，有这么一些文件被保存在卡迈克尔的保险箱里。我同意下次来华盛顿哥伦比亚特区时把它们带来。

此次会见后不久，将克里斯托弗·斯蒂尔撰写的特朗普通俄门的档案拼凑起来的私人情报公司Fusion GPS联系了我。斯蒂尔所在的公司从一个英国人那里听说我手头有一些文件和录音，而且Fusion GPS告诉我们，他们掌握的文件和信息揭示了相同的关联——俄罗斯人、英国脱欧团体和特朗普竞选团队之间有瓜葛。我们都同意在英国数字、文化、媒体和体育委员会主席达米安·科林斯的办公室见面。科林斯、Fusion GPS和我就像在玩拼图游戏，我们分别找到了关于同一事件的不同文件，然后就开始把这些“单片”拼成一幅完整的图。艾伦又一次与英国国家犯罪调查局进行接洽，但他们拒绝采取行动，于是我们把一切材料都交给了美国众议院情报委员会，后者同意将材料转交给美国相关的情报渠道。如果英国当局不打算插手我们收集的有关英国脱欧和俄罗斯大使馆之间相互关联的证据，那么我们希望假以时日，美国情报机构在获得这些文件后会向他们的英国同行施加压力，促使后者采取行动。

这些文件揭露了一个不可思议的故事。2015年，就在我离开剑桥分析后没多久，英国独立党支持的“离开欧盟”宣传团队聘请剑桥分析为其“对英国选民进行详细的分析，研究他们的信念，帮助我们更好地同选民互动”。这段引言成了“离开欧盟”宣传战的启动声明。剑桥分析和英国独立党之间的关系是史蒂夫·班农促成的。班克斯和威格莫尔找班农了解过剑桥分析后，奈杰尔·法拉奇就把他们介绍给他的朋友罗伯特·默瑟。默瑟很乐意帮助他们正在崭露头角的另类右翼运动，但这个美国亿万富翁同所有外国人一样受英国法律的制约，不能向英国的竞选活动捐款，也不得对其进行实质性干预。于是，这个亿万富翁告诉脱欧分子们，剑桥分析的数据和服务可能有用。班农主动提出帮忙，法拉奇和班克斯等人接受了，最终形成方兴未艾的英美另类右翼同盟与数据库和算法之间的联姻。

这个联姻是美国众议院情报委员会关注的焦点，因为俄罗斯大使馆似乎借助这一秘密工具进入了特朗普竞选团队。2015年11月，“离开欧盟”和布里塔尼·凯泽一起为公投宣传战揭幕。后者除了在剑桥分析工作，还被任命为“离开欧盟”的运营总监。在这个团队里，凯泽主要负责部署剑桥分析的微目标定位算法。

就在同剑桥分析一起为脱欧宣传战揭幕前不久，英国独立党和“离开欧盟”的最大金主——阿伦·班克斯和安迪·威格莫尔——开始同俄罗斯政府“调情”。这一切都可以追溯到2015年在唐克斯特召开的英国独立党大会。大会期间，两人见到了俄罗斯外交官亚历山大·乌多德，后者邀请他们去俄罗斯大使馆同大使面谈。几周后，两人先是在伦敦同俄罗斯驻英大使亚历山大·弗拉基米罗维奇·雅科文科吃了一顿在报道中被描述为“长达六小时的酩酊午宴”，之后他们又见了一次面。这次俄罗斯大使给了班克斯和威格莫尔一个让人心动的提议，班克斯转身又邀请了几个熟人加入，其中包括知名投资人暨英国脱欧支持者吉姆·梅隆。俄罗斯驻英大使馆有意推荐一些有望挣大钱的投资项目给他们，班克斯在一封电子邮件里将其称为“俄罗斯黄金交易”。大使做完推荐后把他们介绍给俄罗斯商人西曼·波瓦仁金。波瓦仁金说，俄罗斯有几个金矿和钻石矿即将合并或部分实行私有化。俄罗斯大使馆明确表示，这些交易将受到俄罗斯联邦储蓄银行（Sberbank）的支持，而这家俄罗斯的国有银行受到美国和欧盟的制裁。英国独立党的金主们被告知，通过大使馆和俄罗斯联邦储蓄银行进行投资的好处在于它会“带来某些他人遥不可及的机会”。

在正式宣布剑桥分析会为“离开欧盟”这一宣传团队工作之前，班克斯等人同俄罗斯大使馆的联系一直没有中断。班克斯在一封回复某俄罗斯官员发出的会晤邀请的邮件中写道：“谢谢，安迪和我非常高兴可以参加11月6日的午宴，为大使做介绍。美国对这次公投的兴趣也很大，而我们即将访问华盛顿，介绍脱欧宣传的一些重要的情况。”2015年11月16日，即正式宣布的第二天，班克斯和威格莫尔再次受邀前往俄罗斯大使馆开会。我们不能确切地知道那天大使馆里发生了什么，但我们确实知道的是，会后，脱欧分子飞往美国去见他们的共和党同人，而俄罗斯大使馆对此也知情。我们还知道，班克斯和威格莫尔热衷于向雅科文科报告最新进展。班克斯2016年1月在发给大使的一条短信中写道：“安迪和我本人非常愿意前来向您介绍竞选的近况。赛事正酣。一切顺利，阿伦。”

如果班克斯纯粹出于商业目的同俄罗斯打交道，那他为什么要把自己同美国政界的联系或者英国脱欧公投宣传的情况告诉给俄罗斯大使呢？这一点我们并不清楚，但我们知道，这些会晤确实对脱欧分子产生了影响。在一系列的通信往来中，他们当中的某人讨论了如何在乌克兰协助打造一个类似英国脱欧的运动，以便对抗乌克兰的亲欧盟叙事。俄罗斯一直以来都在努力地把乌克兰控制在自己的势力范围内，不过他们后来还是决定不涉足乌克兰，有一封电子邮件甚至讨论了某篇草拟新闻稿中的一个句子是否“过于亲俄”，但威格莫尔在回复中提议“发一封表示支持的短函给大使”。

班克斯和威格莫尔一直同俄罗斯大使馆保持联系，威格莫尔写信邀请俄罗斯外交官参加“离开欧盟”举办的活动，包括他们在2016年6月举办的庆祝英国脱欧成功的派对。虽然据报道，班克斯曾经向专家咨询过俄罗斯金矿和钻石矿投资的邀约，但他告诉记者们自己最后全都回绝了。威格莫尔也决定“不再继续推进”投资项目。然而，据报道，英国脱欧宣传战结束后不久，跟英国独立党的大金主之一吉姆·梅隆有关的一家投资基金投资了俄罗斯国有钻石公司阿尔罗萨（Alrosa）。这家公司实现了部分私有化。不过，该基金的代表说，梅隆不知道投资的具体细节，而且该基金早在2013年阿尔罗萨第一次公开募股时就对其进行过投资。2016年7月末，即英国决定脱欧一个月后，也是俄罗斯情报部门黑进美国民主党全国委员会的文档和电子邮件一事被披露几周后，亚历山大·尼克斯同俄罗斯大使雅科文科一起观看马球比赛，还被人拍下同雅科文科共享一瓶俄罗斯伏特加的照片。巧的是，这段

时间尼克斯正在想办法为特朗普竞选团队获取维基解密所掌握的信息。

英国成功脱欧后，法拉奇和班克斯把视线转向2016年总统竞选正进行得如火如荼的美国。这些英国人在2016年十分卖力地为特朗普摇旗呐喊。法拉奇参加了为这位共和党候选人举办的大量的公开活动。当时，漫不经心的观察者或许会觉得，宣称自己是“英国脱欧先生”的特朗普邀请英国独立党的首脑们参加他的集会很正常，但许多美国人不了解另类右翼势力内部的互联互通。这是一场步调协同的全球运动，而且它在2016年成了巨大的安全风险。

2016年8月20日，安迪·威格莫尔发给俄罗斯大使馆的三等秘书谢尔盖·费季奇金一封电子邮件，主题栏里写着“转发科特雷尔文件——绝密”。这封邮件有几个附件，还有一行神秘的正文：“收着，阅读愉快。”附件里的是与乔治·科特雷尔被美国联邦探员逮捕相关的法律文件。当时，科特雷尔是奈杰尔·法拉奇的幕僚长，也是英国独立党的筹款负责人。法拉奇后来说他对科特雷尔的违法活动一无所知。科特雷尔和法拉奇飞去美国庆祝他们成功脱欧，顺便参加在2016年共和党全国代表大会期间举办的一场盛大的特朗普集会。其后他们来到芝加哥奥黑尔机场准备返回英格兰。起飞前，几名联邦探员登上飞机，逮捕了科特雷尔，指控他犯下共谋洗钱和电信欺诈等多项罪行。他还同摩尔多瓦工商建设银行（Moldindconbank）有瓜葛。这家摩尔多瓦银行被指控为“俄罗斯洗钱机”（Russian Laundromat）这一俄罗斯洗钱案件的重要参与者。我从熟人那儿获得的电子邮件证明威格莫尔向俄罗斯外交官发送了美国司法部指控的文件副本。辩诉协商后，科特雷尔承认自己犯下了电信欺诈罪。

俄罗斯大使馆对英国脱欧运动中的关键人物同特朗普竞选团队的紧密关系一清二楚，而且一直在培育这种关系，他们甚至从威格莫尔那里收到了关于英国独立党人士被美国联邦探员逮捕的文件。美国人为什么要在乎俄罗斯在英国的活动呢？因为这些英国脱欧分子和特朗普竞选团队共用一家数据公司，即剑桥分析，还共用一个顾问，即史蒂夫·班农，而且他们显然每走一步都告知了俄罗斯人。此外，这些英国脱欧分子正是特朗普在大选中取得让人吃惊的胜利后最早被邀请去特朗普大厦的人。美国当选总统和定期向俄罗斯政府介绍相关情况的英国公民进行会面。

记者们欢欣鼓舞，因为他们曝光了剑桥分析，还把不肯悔改的脸书的股价推向了深渊。但我不觉得开心，我麻木了。这感觉就像旁观一个行将就木的人的最后时刻。这是我经历过的最艰苦、最令人疲惫不堪的事件。几个月后，肾上腺素消退了，我这才开始反思这一切。我意识到自己遭受了很大的心理创伤，但放任自己体会这次经历给我造成的痛苦，因我在这场灾难中所扮演的角色而更加剧烈的痛苦。看到特朗普掌权，看到他禁止穆斯林国家的公民入境美国、为白人至上主义运动辩护，我不禁心生感触，是我播下了这一切的种子。当年我跟“火”一起玩，现在整个世界都着了“火”，熊熊燃烧时，我却袖手旁观。我去议会不只是为了做证，还为了忏悔。

注释：

[1]电影《西力传》中的主角，有着变色龙的特质，每当他遇到不同的人时，他就会根据对方的特征而发生变化，有时是心理的同化，有时是生理的变异。

第十二章 启示录

> 我们都很容易受到操控。我们根据可利用的信息做出判断，但如果信息是经由中转间接获得的话，我们就容易被操控。随着时间的推移，我们的偏见可能不知不觉间就被放大了。我们当中有许多人都忘了这一点：我们在新闻推送和搜索引擎里看到的内容已经被算法挑选过，而算法的唯一动机就是选出能吸引我们，而不是启迪我们的内容。

我不会把我的住址告诉你，至少不会说出确切地址。它在伦敦东区的某个地方，在肖尔迪奇和多尔斯顿之间。我是住在顶层的那个头发染成粉红色的家伙，不过我并不是特别引人注目。如果追本溯源的话，这个街区原属于工人阶级，这里的许多建筑物在当年伦敦还处于工业时代时是工厂。一些烟熏过的砖墙上刷着褪色的广告，广告上的产品都是一个世纪前的，如今早已销声匿迹。在最后一波英联邦国家移民潮期间，印度、巴基斯坦和加勒比海社区在这里形成。后来，因为伦敦市中心的生活成本太高而被迫搬离的艺术家、同性恋者、学生和脏兮兮的怪人也来此落脚。这两类人群之间倒是和平相处。这里有装饰艺术风格的电影院和屋顶花园。每到周末，夜店客蜂拥而至，一罐接一罐地喝红斑纹啤酒，一直喝到凌晨4点，喝得酩酊大醉，嘈杂声无休无止。人们经常可以看到从头到脚遮得严严实实的穆斯林妇女和浑身刺青、头发乱糟糟的泡吧小子在同一家无证经营的果蔬店里买东西。在这里，我仍可以外出活动，相对来说也不会吸引太多目光。

我住在一栋老建筑里。它问世的时候，互联网还不可想象，室内管道系统还是新生事物。它的木地板很厚实，但你一脚踩下去往往会嘎吱作响。楼门上安了好几道门闩，这是因为我公开身份后的那周，老是有一群男人上门找我。我的邻居们开始抱怨，直到发现我是谁。现在要是看到周围有人晃荡，他们就会提醒我。

我的住处有许多东西不见了踪影。我起居室最里面的角落里有一个架子，本来是用来摆电视机的，那边的墙面上还垂着几根电线。我曾经有过一台智能电视机，可以连接我的网飞（Netflix）和社交媒体

账号，还有内置麦克风和摄像头。我卧室床头柜的一个抽屉里衬着一种特别的金属织物，能防止所有放在抽屉里的电子设备发送或接收信号。作为我就寝仪式的一部分，我每晚都把电子设备放进那里。卧室另一头的壁橱里堆放着我以前用过的电子设备。一台拔掉电源的亚马逊旗下的智能音箱Echo形单影只地立在一堆电子废弃物当中——若干台平板电脑和手机，以及一块智能手表，我得妥善地处置它们。另外一个盒子里装着硬盘残片。硬盘上的证据交给当局后，我把它们消磁、砸碎或者酸洗。数据已经永远消失，最好把它们扔掉，但奇怪的是，我舍不得。

我的客厅里摆放着一张从一家老工厂淘来的仿古木书桌，桌上有一台从未连接过互联网的安装了气隙系统[1]的笔记本电脑。我用它来梳理交给美国众议院情报委员会的证据。书桌抽屉里那台什么文件都没存的笔记本电脑是旅行专用的，以防过境时受到搜查。我的个人电脑也放在客厅里，既加过密也用实物U2F安全密钥锁定了。电脑摄像头用胶带盖住了，但内置的麦克风没什么办法可以让它失灵。地板上有一台私人VPN服务器，它的线连到了墙上的插头处，然后同其他服务器连接。

我住的那栋楼的入口有一个监控摄像机，数据被传输到一家保安公司。我不知道它是否加密，所以天知道有谁在看。我离家时随身带着一个便携式紧急按钮，但到目前为止还没有用上。英国国家犯罪调查局把我的一个手机号码列入了监察名单。如果我打电话给接线员，即使我一言不发，他们也会优先响应。我的背包里一直放着一台便携式硬件VPN路由器，这样我就不必连上不安全的无线局域网，包里还有好几个法拉第笼，都是粉色的，因为我觉得很可爱。我经常戴帽子，但还是有人认出我来，即便过了一年。几乎每天都有人问我“你是……那个吹哨人吗？”。

我现在似乎过着偏执狂的生活，但鉴于我在街上被人殴打过，受到过私人保安公司里小流氓的威胁，睡在酒店客房时深夜有人闯入，过去十二个月里黑客两次试图侵入我的电子邮件，谨慎还是应该的。当初请人检查我住所的安全风险时，他们认为电视机是个风险，因为它可以被控制，用来秘密监视或者监听我。拆电视机的时候，我想到人看电视，但电视也可以反过来看你这一讽刺时冷笑了一下。

新闻曝光之前的那些日子，脸书开始向我发送律师函，委托人逐渐升级到公司副总法律顾问和副总裁。我的律师们意识到该公司认为我的吹哨行为严重危及其业务。他们受理过其他的黑客案件，所以知道走投无路的公司会做什么。但脸书不一样。他们不必黑进我的账号，只需利用我手机上的应用程序追踪我——我在哪儿，我跟谁联络，我跟谁见面。

我处理了原来的手机，我的律师们买来从未安装过脸书、照片墙或WhatsApp的没有用过的新手机。脸书手机应用程序的使用条款和条件要求获得麦克风和相机权限。虽然该公司竭力否认自己采集过用户的音频数据用于推送定向广告，但我们的手机里确实有这么一个技术许可，导致该公司可以读取我们的音频。此外，我不是普通用户，我是该公司当时最大的声誉威胁。至少理论上，手机的音频功能是可以被激活的，所以我的律师们担心该公司会窃听我同他们或警方的谈话。脸书早已获得我的照片和相机权限，这样一来，他们不但能监听我，而且还能看到我在哪儿。即使我一个人在浴室洗澡，我也不见得真的是一个人。如果我的手机在浴室里，那么脸书也在。无处可逃。

不过，仅仅处理掉我原来的手机还不够，我妈妈、爸爸和两个妹妹都必须出于同样的原因卸载他们手机里的脸书、照片墙和WhatsApp。可脸书也早已获悉我的好友们是谁，我们喜欢去哪里玩乐，我们相互发些什么信息，以及我们所有人的住址。甚至连同朋友们一起消磨时间也有风险，因为脸书能访问他们的手机。如果哪个朋友拍了一张照片，脸书就可以访问。而且至少从理论上讲，它的面部识别算法能检测到他人手机照片里的我的脸，即便这些人只是偶然拍到了我。

在我处理原有的电子设备期间，朋友们开玩笑说我就像在驱逐机器里的邪魔。有个朋友甚至给我送来了一些鼠尾草，叫我点燃，以防万一。这当然很好笑，但从某种意义上来说，我真的在驱魔。在我们今天的这个世界上，由代码和数据组成的无形的神灵有法力监视我们，监听我们，考量我们。我要把它们赶出我的生活。

2018年3月16日，就在《卫报》和《纽约时报》报道我的故事的前一天，脸书宣布不仅禁止我使用脸书，还禁止我使用照片墙。此前，脸书已经拒绝禁止白人至上主义者、新纳粹分子和其他散布仇恨的人

使用它的平台，但它决意禁止我。脸书要求我交出手机和个人电脑，并说我恢复账号的唯一办法就是交出我提供给当局的信息。脸书表现得像一个民族国家，而不是一家公司。它似乎不明白，我不是调查的对象——它才是。我的律师们建议我拒绝脸书的要求，这样才不会妨碍警方及监管当局的合法调查。后来，在我配合官方调查的过程中，脸书的禁令让我交出存在脸书账号里的证据的难度加剧，对英国脱欧公投拉票宣传的调查也因此停滞不前。

他们说，你只有在失去一样东西之后才能体会到它的珍贵，我只有在被脸书禁止进入之后才认识到自己的生活竟然同脸书有这么密切的关系。我手机上有好几个应用程序失灵了—— 一个约会应用，一个呼叫出租车的应用，一个收发信息的应用，因为它们都使用脸书进行身份验证。我在网上的订阅和账号也因为同样的原因而无法使用。人们常常谈起二元世界：网络世界和我们的“真实人生”。可是，在我的大多数数字身份被收缴之后，我可以告诉你这两个世界密不可分。社交媒体一旦把你抹掉，你就失联了。没人请我参加派对——倒不是故意的，而是因为派对邀请往往通过脸书发出或者贴到照片墙上。不知道我新电话号码的朋友几乎找不到我，除非他们试着给我的律师发邮件。吹哨最紧张的阶段过去之后，我只有在夜店或酒吧里才会偶遇已经好几个月没联系过的人。

现在，要是约会应用上对我感兴趣的人想查看我照片墙上的个人资料，我就得尴尬地解释为什么我的账号会被禁用，而且还得向对方保证我不是在诈骗。这就像我的身份被没收了，人们不再相信我的自我介绍。有时候，对方会认出我是“那个人”，然后担心会不会因为跟我见面而遭到监视。我总是告诉他们别担心，因为就算不跟我约会，他们也早就被这些公司全天候跟踪了。这个禁令不过是脸书的下作之举，好比惊慌失措的暴徒只能引发一场骂战。它最多让我因为不便而感到恼火，但相比其他吹哨人经历过的报复，这几乎算不上什么。（更别提这个平台早已为虎作伥，严重残害过现代社会。）不过它让我意识到我的网络身份已经同现实生活的多个方面难解难分，而我的网络身份既没有被赋予正当程序权利，也没有得到公正的裁决。禁令发布四天后，英国文化大臣在议会的一场紧急辩论上说，脸书单方面禁止吹哨者使用其平台的能力“令人震惊”，因为这让人严重质疑一家企业可否行使这种不加制衡的权力。

数亿美国人在使用脸书，可他们不了解这个平台看不见摸不着的架构，以为这是一个分享照片和关注心仪名人的无关痛痒的平台。他们被脸书吸引，因为用它联系朋友很方便，而且无聊时还可以玩游戏或者使用内嵌的应用程序。脸书告诉用户，它的使命是把人们聚到一起。但脸书上的“社群”其实泾渭分明，每个社群都是为相似的人打造的。脸书平台观察用户，浏览他们的发帖，研究他们怎么跟朋友互动，然后由算法决定把他们分类到他们那种人——脸书所谓的“相似人群”——所在的数字社群。当然了，这样分类是为了帮助广告主向同质化的相似人群传播为他们量身定制的叙事。大多数用户不知道自己被分在哪一类，因为他们看不到其他社群里跟自己不相似的人。所以这种以人找人的用户细分方式把广大同胞拆散分割，让他们渐行渐远，真是一点都不奇怪。就是它造成了我们当今的生活氛围。

作为社交媒体诞生地的美国不知不觉地进入了由新闻推送、关注、点赞和转发构成的数字公地。正如我们很难看见气候变化怎样一点一点地影响我们的海岸线、森林和野生动植物那样，我们也很难完全把握裹挟着我们前进的社交媒体对社会的影响。但已经有一些案例显示了社交媒体的重大效应，证实社交媒体有时会突然在某个国家掀起轩然大波。21世纪第二个十年的中期，脸书进入缅甸，发展迅速。这个国家的总人口为5300万人，而脸书的用户数很快就攀升到2000万人。该国售卖的许多智能手机都预装了脸书的应用程序，而且市场研究表明脸书是缅甸公民的主要新闻来源之一。

2017年8月，针对罗兴亚族的仇恨言论在脸书上暴增。罗兴亚族是缅甸的一个少数族群，多为穆斯林教徒。要求缅甸“赶走所有穆斯林”的叙事和呼吁进行种族清洗的宣传如同病毒般迅速扩散，它们大都是缅甸军方从事信息战的人员制作并传播的。罗兴亚族武装分子协同攻击警方后，缅甸军方利用他们在网上暴涨的支持率，有组织地杀戮、强奸和致残了数以万计的罗兴亚人。其他群体也加入了屠杀，脸书上不断有人号召群起杀害罗兴亚人。罗兴亚族的村落被焚毁，70多万罗兴亚族难民被迫越过国境逃往孟加拉国。国际和地方组织一再就缅甸局势警告脸书。脸书禁止一个罗兴亚族抵抗团体使用其平台，但是留下了缅甸军方和亲政府的团体，后者从而得以继续散布仇恨宣传。联合国官员称这场谋杀为“教科书式的种族清洗”，脸书仍对此不管不顾。

2018年3月，联合国得出结论，社交媒体在罗兴亚族遭受种族清洗这一事件中扮演了“决定性角色”。脸书平滑的架构赋能给暴力，推动仇恨言论在人群中扩散，其速度前所未有。脸书的冷漠回应绝对是奥威尔式的。“脸书禁止仇恨言论或倡导暴力的内容，我们会竭尽全力将其排除在平台之外。”这是脸书对其在四万多人种族大屠杀行动中为军方大开方便之门一事发表的声明。看起来，世界上无论哪个政权要想维持高压政权的话都可以找脸书。

互联网一度被人称道，因为有了它，人们之间的壁垒荡然无存，谁都可以同身处任何地方的任何人交流。然而事实上，互联网不过是对席卷一个国家物理空间的潮流趋势进行了放大。人们在社交媒体上一逗留就是几小时，关注相似的人，阅读只追求点击率的算法为他们“精心挑选”过的新闻报道，这些报道唯一的作用就是强化他们已有的偏颇观点，让他们不断点击阅读，走向极端。我们看到的是一种认知隔离，人们存在于他们自己所在的信息贫民窟。我们正在目睹现实生活中的隔离。如果脸书是一个“社群”，那它一定有围墙、有警卫。

共同体验是现代多元民主体制下公民团结的根基，民权运动的一个诉求就是共享空间：要求电影院、饮水机和厕所不再分设黑人和白人专区。美国的种族隔离一向体现在不为人察觉的平凡之处：公共汽车、饮水机、学校、电影票和公园长凳等都黑白分明。而现在，种族隔离可能体现在了社交媒体上。罗莎·帕克斯被勒令给白人让座只是美国白人对黑人采取的无数系统性的隔离措施中的一种，其目的就是要让她的黑皮肤同白皮肤分开，不被人看到；让她继续做他者，不让她加入他们的美国。虽然如今我们不再允许建筑物针对来客的种族分设出入口，但隔离仍然处于互联网架构的中心。

社会隔离产生了阴谋论和民粹主义的原材料：不信任。剑桥分析是这个分裂的网络空间的必然产物。该公司之所以能让目标受众暴怒成瘾，只是因为怒意没有受到任何阻拦。于是剑桥分析通行无阻，把目标受众淹没在不实信息的大旋涡里，其灾难性后果完全可以预测。然而，单单阻拦剑桥分析还不够。如果不改进催生新近出现的认知危机的根本架构，这个危机还将继续恶化。无为的后果会极其可怕。破坏共同体验是他者化的关键性的第一步，是否定其为我们中的一员的关键性的第一步。

史蒂夫·班农认识到互联网上的虚拟世界比大多数人以为的要真实得多。人们平均每天查看手机52次，许多人入睡时就把手机放在旁边充电——他们和手机一起入睡的次数多过跟别人一起入睡的次数。他们每天一睁眼就看屏幕，每天合眼睡觉前看的还是屏幕。而人们在那块屏幕上看到的内容会刺激他们表现出仇恨行为，在某些情况下甚至走向极端暴力。没有什么东西只存在于网上，线上信息——抑或线上不实信息——如果攫取了目标受众的注意力，就可能导致可怕的线下悲剧。面对指责，脸书避而不谈道德责任，其回应类似于美国全国步枪协会“枪不会杀人”的论调。他们摊开双手表示爱莫能助，说自己无法控制用户对脸书产品的滥用，即使滥用导致了大规模的杀戮，也不是他们的错。如果种族清洗都不能刺激他们采取行动，那要靠什么才刺激得动？脸书展开又一轮的道歉巡演，高声宣称“我们会更努力”，它那空洞的言辞不过是一家满足于不作为现状中获利的技术公司的“私念和祈求”。在脸书看来，受害者的生命已经成了他们追求“快速行动，破除陈规”的外在因素。

我作为吹哨人站出来之后，另类右翼的数字怒火机器就瞄准了我。在伦敦，怒气冲冲的脱欧分子把我推向迎面而来的车流。另类右翼跟踪狂跟着我，把我和朋友们在夜店的照片放在另类右翼网站上，还注明了在哪里可以找到我。到了我要去欧洲议会做证时，针对脸书批评者策划的阴谋开始渗入另类右翼论坛。在我做证时，后排有人吟唱“索罗斯[2]，索罗斯，索罗斯”。我离开欧盟议会走在街上时，一名男子冲过来朝我大喊“你拿了犹太人的钱！”。那段时间，这类叙事横空出世，源头不明。后来我才发现，脸书面对公关危机惊慌失措，于是雇用了一家名为“定义者公共事务”（Definers Public Affairs）的隐秘的传播公司。这家公司故意流出充斥着反犹太人论调的虚假叙事，声称脸书的批评者均为乔治·索罗斯资助的阴谋的一部分。谣言一旦在互联网上播种，它的目标受众就会将其作为“自己动手”的一个提示。这一点我深有体会。

2013年2月，俄罗斯将军瓦列里·格拉西莫夫撰文挑战盛行的战争观念。时任俄罗斯武装力量总参谋长（大致相当于美军参谋长联席会议主席）的格拉西莫夫在《军工信使报》（*Military-Industrial Kurier*）上发表题为《科学的价值在于先见之明》的文章，提出一系列见解，这些见解后来被称为格拉西莫夫主义。格拉西莫夫写道，“战争规则已经改变”“非军事手段在实现政治和战略目标中的作用变大”。他讨论了

人工智能和信息在战争中的运用。“信息空间，”他写道，“大大拓宽了减弱敌军战斗实力的非对称的可能性。”从本质上来看，格拉西莫夫汲取阿拉伯之春的教训，敦促军事战略家效仿，将社交媒体上的信息共享作为战争手段。“你当然可以嗤之以鼻地说：‘阿拉伯之春’不是战争，所以我们——军人——没什么可学的。但也许正好相反——这些事件正是典型的21世纪战争。”

随后，俄罗斯的S.G.切金诺夫上校和S.A.波格丹诺夫中尉发表了一篇军事战略论文呼应格拉西莫夫的观点。他们比格拉西莫夫更进一步，两个作者写道，有望通过“脸书和推特这样的公共网络平台的服务器获得信息，进行宣传”，从而攻击对手。他们还写道，在这些“强大的信息技术的武装下，侵略者会竭力扩大攻击面，覆盖进攻目标国的所有公共机构，主要是大众媒体和宗教组织、文化机构、非政府组织、经费来自海外的公共运动和接受外国资助、从事研究的学者”。这在当时是一个激进的新见解。今天再读一遍，就会发现它正是俄罗斯干预2016年美国大选的蓝图。

战争史就是发明史和战略史，许多发明和战略都是应运而生的。按照大多数的指标来衡量，俄罗斯的军事力量远弱于美国。美国的军费预算为7160亿美元，超出俄罗斯10倍还多；美国有128万现役军人，俄罗斯有100万现役军人；美国有13,000架军事飞机，俄罗斯有4000架；美国有20艘航空母舰，俄罗斯只有1艘。如果考虑所有现存的传统标准，莫斯科不可能在大国战争中再次同美国旗鼓相当，而弗拉基米尔·普京对此心知肚明。所以俄罗斯人必须想出另外一种占优路径——跟物理作战空间无关的路径。

军事战略家要是把注意力集中在当下，就很难构想出新的作战形式。在飞机问世前，军队指挥员只关心如何在陆地和海上打仗。直到1915年法国飞行员罗兰·加洛斯驾驶了一架加装应急机关枪的飞机后，军事战略家才意识到原来天上也能打仗。一旦飞机加入了进攻，地面部队也要转向，制造出小型、速射的高射炮。战争就是这样不断演变的。

信息战也经历了类似的演变。起初，谁都想象不到脸书或者推特可以变成战斗工具；战争是在地面、空中、海上打响的，或许也有可能进入太空。然而事实证明，那些有想象力和远见、先于他人利用社

交媒体开展信息战的人，在第五战场——网络空间——上成果斐然。你可以画一条直线串联起格拉西莫夫、切金诺夫和波格丹诺夫打下的基础，剑桥分析采取的行动和英国脱欧及特朗普竞选的胜利。在短短五年左右的时间里，俄罗斯军方和政府已经开发出21世纪首批破坏力极强的高效新武器。

他们知道这些武器会成功，因为脸书这样的公司从不会采取非美国式的措施来控制用户，所以俄罗斯不必散布宣传材料。他们只需让美国人自己来传播，点击、点赞、转发即可。脸书上的美国用户为俄罗斯人卖力，借助美国宪法第一修正案把后者的宣传洗白。

不过，这个大规模扩散不实信息的新时代并不局限于政坛。星巴克、耐克和其他时尚品牌也已经发觉它们成了俄罗斯发起的不实信息战的目标。这方面已经有好几个经查证的实例。如果品牌发表的声明猛烈抨击现有的社会或种族矛盾，有俄罗斯背景的假新闻网站、僵尸网络和社交媒体运营就会进入活跃状态，把这些叙事转化为武器，挑起社会冲突。2016年8月，橄榄球运动员科林·卡佩尼克为了抗议美国的系统性种族主义和警察对非裔美国人及其他少数族群施暴的行为，拒绝在演奏美国国歌期间起立。作为卡佩尼克的赞助商，时尚品牌耐克对此表示支持，这样的回应引发了争议。但当时许多人都不知道的是，流言蜚语出现后几小时内，跟俄罗斯有关联的社交媒体账号就开始扩散和放大原本就有的号召抵制耐克的话题标签。其中一些内容最终进入主流新闻媒体，抵制耐克的叙事穿上了合法的外衣，变成美国土生土长的抗议运动。网络安全公司还证实，另类右翼群体流出耐克的假优惠券，定向传播给社交媒体上的非裔美国用户。优惠券上写着“有色人种买鞋打二五折”之类的文字。传播这些优惠券的用意在于，不知情的非裔美国顾客会到耐克商店使用优惠券，然后遭到商家的拒绝。在这个病毒视频横行的时代，这个场景如果被拍下来，就能“真实”地展现一个种族主义的观点，那就是“愤怒的黑人”在商店里讨要免费产品。那么，这些不实信息为什么要瞄准时尚企业，化其品牌为武器呢？因为这一恶意宣传的目的并非只是干预我们的政治，甚至损害我们的公司，它的目的是制造社会分裂。他们要我们相互仇恨。如果这些叙事抹黑了我们在日常生活中在意的那些东西——我们穿的衣服，我们观看的体育赛事，我们听的音乐，甚至我们喝的咖啡，那么我们之间的裂痕就会更深。

我们都很容易受到操控。我们根据可利用的信息做出判断，但如果信息是经由中转间接获得的话，我们就容易被操控。随着时间的推移，我们的偏见可能不知不觉间就被放大了。我们当中有许多人都忘了这一点：我们在新闻推送和搜索引擎里看到的内容已经被算法挑选过，而算法的唯一动机就是选出能吸引我们，而不是启迪我们的内容。如今，大多数声誉良好的新闻来源都需要付费才能访问。我们已经看到，在一个假新闻不要钱的市场上，真实信息正在逐渐变成奢侈品。

上一次经济革命期间，工业资本主义拼命盘剥我们身周的自然世界。只有在气候变化到来后，我们才不得不正视这样做所带来的生态外延性。然而，在接下来的这轮资本主义中，原材料不再是石油或矿产，而是商品化的注意力和行为。在这种监视资本主义的新经济里，我们就是原材料。这就意味着，在一种新型经济刺激的驱动下，平台和用户间出现了严重的信息不对称。为了把用户行为转化成利润，平台需要了解用户行为的方方面面，而用户却对平台的行为一无所知。正如剑桥分析发现的那样，这为孵化宣传提供了完美的环境。

随着亚马逊智能音箱和谷歌智能音箱等家居自动化设备的诞生，我们向网络空间与物理现实的最终融合迈出了第一步。5G移动网络和下一代无线局域网已经开始部署，为物联网成为新常态打下基础。到时候，所有的家用电器都会连上无处不在的高速互联网络。根据设想，这些普通的设备，无论是冰箱、牙刷，还是镜子，届时都会用传感器追踪用户在自己家里的行为，并把数据回传给服务提供商。亚马逊、谷歌和脸书早已为“互联家居”申请了专利，打算把家居物联网传感器和网络市场、广告网络和用户在社交媒体上的个人资料整合到一起。在这种未来世界里，亚马逊会知道你什么时候服用了一片阿司匹林，而脸书会看着你的孩子们在客厅里玩耍。

这个同智能信息网络完全整合的新环境有能力观察我们、思考我们、判断我们，并试图通过介入我们的信息获取渠道来影响我们——“它”能看到我们，但我们看不到“它”。人类有史以来第一次，我们制造出硅片精灵，然后沉浸于受其影响的目标明确的空间。我们的环境将既不消极也不良性，它会有自己的意愿、观点和打算。我们的家将不再是远离尘嚣的避难所，因为有灵异物会出没于每一个联了网的房间。我们正在创造这样一个世界：我们的家居会思考我们，我们的

汽车和办公室会评判我们，门会变成看门人。我们创造了未来世界的魔鬼和天使。

这就是硅谷为我们所有人构想的未来——随时随地地包围我们。在剑桥分析追求信息优势的过程中，社交数据集从未能满足过它的欲求，它已经开始同卫星和数字电视节目供应商结交。进入联网电视领域后，剑桥分析还计划寻找途径把传感器和智能家居设备整合起来。想象一下这样的未来：剑桥分析这样的公司可以编辑你家电视机播放的内容，跟你的孩子交谈，还能在你的睡梦中向你低语。

我们的法律体系建立在我们所处的环境是消极的、没有生命力的这样一个概念的基础上。我们身周的世界可能会被动地影响我们的决策，但这种影响背后没有动机。大自然或者上天没有主动选择影响我们。几个世纪以来，法律对人性形成了几个根本性的假设。其中最重要的一个假设是人类的主观能动性在法律上无可辩驳——人类有能力自行做出理性和独立的选择。因此，世界不替人类做决定，但人类在世界里做出决定。

人类的主观能动性构成了刑事归责的哲学基础，而我们惩罚违法者时给出的理由是他们做出了应当定罪的选择。大楼着火的确会伤到人，但法律不惩罚那栋楼，因为它没有主观能动性。因此，人类法律管制的是人类行为，而非人类所处环境的动机或行为。由此衍生出的推论就是我们生而为人的基本权利。启蒙运动时期，人的基本权利被表述为保护人类行使主观能动性的核心权利。生存权、自由权、结社权、言论权、投票权和良知权都建立在人有主观能动性这一假设之上，因为它们都是主观能动性的产物。但主观能动性本身并没有被表述为权利，因为“人在能动性在”是历来的假设。同样，我们也没有可以对抗世界的主观能动性权，也就是说，我们不能违背环境的制约行使主观能动性。我们无法逆天而行，无法对抗有动机、会思考的空间对我们施加过多的影响，从而干预我们行使主观能动性。美国建国时，国父们从未想到过主观能动性会被有动机、会思考的环境操控。在他们看来，这是上帝的专属权力。

算法之间的眼球争夺大战就在我们面前上演。算法不仅能够改变文化，还能重新界定人类存在的体验。经过算法加强的参与度处于当今社会愤怒政治、单挑文化、自拍诱发的虚荣、技术成瘾和受损心理

健康的核心。目标用户不断点击阅读，无法自拔。我们一厢情愿地认为自己不受外界影响或者没有认知偏差，因为我们想要可控的感觉，然而酒精、烟草、快餐和游戏等行业都知道我们其实是认知和情绪上的易感动物。技术行业也认识到这一点，所以才会研究“用户体验”“游戏化”“增长黑客”和“参与度”，像吃角子老虎机那样激活我们大脑里的“玩乐回路”和“可变强化程序”。到目前为止，这种“游戏化”尚且限于社交媒体和数字平台，但以后呢？要知道，我们的生活同网络化信息架构的融合日益加深，而设计这些架构的意图就是利用我们认知上的进化缺陷。生活在游戏化的环境里，爱好由它来设计，人生之路在游戏里展开，这真是我们想要的吗？

社交媒体根本的意识形态不是给人更多选择、让人更大程度地发挥主观能动性，而是缩小、过滤和减少选择，为社交媒体的创建者和广告主牟利。社交媒体把公民聚集到受监视的空间，由架构师来追踪他们、将他们分门别类，并利用对他们的了解来影响他们的行为。如果说民主制度和资本主义建立在信息可获得以及选择自由的基础之上，那么我们现在目睹的就是从内而外的颠覆。

我们冒险创造出一个沉迷于记忆的社会，但可能忽视了遗忘、向前看或者未知的价值。人类的成长需要私密的庇护所和自由的空间，这样我们才能在不影响自己公共生活的前提下实验、游戏、涉猎、保守秘密、偷尝禁果、违背诺言、思考未来的自己，直到我们决意改变自己的公共生活。历史证明，个体和社会的解放均始于私下探索。如果我们失去对自己隐私和个人发展的掌控，我们就无法长大成人，走出失败的情感关系的阴影，改正错误，丢掉旧有的观点、身体或偏见。如果我们的选择受到监控并且经过过滤，我们就没有选择自由。如果我们无法摆脱过往的自我、对自我的认知和自我呈现在他人面前的样子，我们就无法成长和改变。如果我们所处的环境一直在观察我们、记录我们，根据不在我们控制范围之内的条件或价值观给我们贴标签，那我们的数据自我可能会把我们束缚在我们更希望抛诸脑后的历史中。隐私权是我们自主决定自己是谁、想做什么样的人的关键。隐私不是隐藏——隐私关系到人类的成长和主观能动性。

不过，这一切不只是关于保护隐私或者要求企业征求用户的同意。这还关于谁影响了我们以为的真理和我们身边人心目中的真理，关于我们正在围绕我们的社会建设的操控性架构。这就是剑桥分析给

我们的教训。为了理解社交媒体的危害，我们必须首先理解它是什么。脸书向用户宣传自己是一个“社群”，向监管机构称自己是一个“平台”，但它不是一种服务，正如一栋建筑物不是一种服务那样。即使你无法精确理解网络空间的运作机制，你也得明白你身处它的包围之中。每一台联网设备和电脑都是互联互通的信息架构的一部分，它塑造了你对世界的体验。多数硅谷企业里最常见的职称是工程师和架构师，而不是客户服务经理或客户关系专员。但技术企业的工程师跟其他行业的工程师不一样，他们无须在发布产品前进行安全测试，证明它符合所有的建筑法规。正好相反，平台可以采用暗黑模式设计，蓄意误导用户，使其持续使用该平台并献出更多数据。技术企业的工程师故意在平台上设计出一个又一个的迷宫，让人们不断往迷宫深处走，却不知出口在何方。而用户通过不断点击行走在迷宫中的时候，这些工程师正在因“参与度”的提升而雀跃不已。

社交媒体和互联网平台不是服务，而是架构和基础设施。它们给架构贴上“服务”的标签，是为了让消费者担责，因为后者使用前都点击过“同意”。然而没有任何其他行业会让消费者背负这个重担。航空公司没有要求乘客“接受”飞机的工程设计，酒店没有要求住客“接受”酒店的出口总数，人们也没有在喝饮用水前“接受”过水的纯净度。我以前爱泡吧，所以我有资格告诉你，要是酒吧或音乐会现场的人数超过上限，明显处于不安全的情况下，消防检查员会命令那些同意服务要求的客人离开。

脸书可能会说：要是你不喜欢它，就不要用它。可互联网上除了它们这些巨头，没有可比的替代平台，正如电力、电信和自来水公司往往都被垄断一样。弃用谷歌、脸书、领英和亚马逊这些平台形同将自我放逐到现代社会之外。你怎么找工作？你怎么获取信息？你怎么跟人社交？这些公司老是喜欢谈消费者选择权，但它们对自己的能力心知肚明，它们已经成了大多数人的生活中所不可或缺的一部分。让用户在字数堪比一部中篇小说的密密麻麻的法律措辞（脸书的使用条款和条件有近12,000字）下面点击“接受”只不过是强行灌输同意。这些平台都是专门这样设计的，为了把用户同意捣成一团糨糊。没有人选择退出这些平台，因为用户别无选择，只能接受。

脸书禁止我使用其平台时，不仅停用了我的账号，还抹去了我在脸书和照片墙上的所有痕迹。我的朋友们试图查找我发送的历史消

息，但什么也查不到：我的名字、我写下的文字—— 一切的一切——都不见了。我变成了一个影子。古代社会用放逐来惩罚那些危及国家权力或教会权力的罪犯、异教徒和政治激进分子。古雅典可以使用任何理由放逐一个人十年，而这个人没有上诉的机会。在斯大林时期的苏联，国家公敌本人消失还不够，所有他们存在的残余物——照片、信件、新闻报道——都会从官方编年史中删除、清洗。纵观历史，强权者将社会记忆和集体遗忘作为高火力的武器，用于打压异议、篡改历史，从而塑造现实。如果我们想搞懂这些技术企业的行为，就应当听听建造这些公司的人说的话。脸书、帕兰提尔和贝宝（PayPal）背后的风险资本家彼得·蒂尔曾经详细地讨论过他为什么不再相信“自由和民主可以相互兼容”。在阐述他对技术企业的看法时，他解释了首席执行官怎样成了技术封建治理体系下的新君主。他说，我们只是不在公开场合称他们为君主，因为“任何不属于民主体制的东西都会让人不安”。

权威主义的哲学基础在于为社会创造百分之百的确定性。确定性政治把自由这个概念从“摆脱……的自由”重新定位为“从事……的自由”，用严格的规则和法律来强行管理和塑造政体内的行为、思想和行动。权威体制的首选工具历来都是信息控制——这既包括通过监视公众收集信息，又包括利用自有媒体将信息过滤给公众。互联网刚刚起步时似乎对权威体制构成了挑战，但后来降生的社交媒体逐渐发展出各种架构来迎合权威体制的需求：监视和信息控制。只有在大众习惯新常态，并对新常态麻木之后，权威运动才有可能得势。

互联网冲击了有关法律和法律所治理的政体的原有假设。互联网既无所不在，又无影无踪——它依赖服务器和电缆这类实物，但没有一个主要的居住场所。这就意味着在一定程度上，一个数字行动可以同时发生在全球无数个实际位置上，或者发生在一个地方的行动会在另一个地方产生影响。这是因为互联网是一种超级对象，它像气候和生物圈一样包围着我们，而我们就生活在其中。技术社群经常把它们的平台称为“数字生态系统”，这等同于默认这种系统是一个数字容器或王国，我们至少有部分人生在其中展开。我们看不见它，摸不到它，但是因为它的影响，我们知道它就在身边。

我经常听到不熟悉数字犯罪的警方调查人员打错比方，声称他们要找到“凶器”“埋尸地”和线性“因果链”。其实数字犯罪往往不会发生在

某一个特定的地点。数字犯罪常常表现得像污染——到处都有它，但又哪里都没它。数据完全可以被替代，完全无形，因为它不过是信息的一种表现形式。它可以被同步存储在世界各地的分布式服务器上；就算它存储在某个地方，也绝不会只有那一个栖身之所。甲国的服务器处理的来自乙国的数据对象可以被丙国的人访问，注册在丁国但资金来自戊国的一家公司发出指令后，这些数据对象又可以被部署到己国。剑桥分析的设置就有这么复杂。即使严重的损害已经造成，例如黑客入侵、数据失窃、恐吓威胁或欺骗，但到底该向谁问责却很难厘清，而我们现有的评估罪责的体系完全爱莫能助。

我们喜欢把我们的政府比作船长，然而在大海本身发生变化之时，我们的船长可能发现他们自己毫无准备，无法继续掌舵航行。2018年7月，英国选举委员会判定“投票脱欧”违法，因为它不顾法律的制约，与BeLeave协同拉票。2019年3月29日，英国脱欧内幕曝光一年后，“投票脱欧”团队正式放弃对选举委员会的调查结果和罚款决定进行上诉，这等同于承认违法。有人曾经问过：“区区70万英镑，为什么我们要这么在意？”这一点我们一定要分清楚：“投票脱欧”所采取的方法是英国历史上已知的规模最大的竞选经费违规行为。即便它的规模不是最大，竞选也还是同奥运会100米赛跑一样，是零和博弈，赢家通吃。谁先抵达终点——就算没多出几张选票、没跑快几毫秒，谁就赢得整场比赛。赢家担任公职。赢家拿到金牌。赢家有权任命最高法院大法官。赢家可以让你的国家脱离欧盟。

当然了，竞选和奥运会100米赛跑有一个差别。如果你在奥运会上作弊，你的比赛资格会被取消，你拿到的奖牌也得归还。没有所谓的那个服用兴奋剂的运动员“不服药也会赢”的论调——体育诚信要求比赛公平公正。可是在政界，我们从不将诚信假定为民主必要的先决条件。比赛作弊的运动员受到的惩罚比竞选作弊的团体受到的惩罚严重得多。虽然投票脱欧的票数只比投票留欧的票数高出了3.78%，但英国脱欧分子依然声称他们代表了“民众的全部意志”；而且就算普选票数比希拉里低2.1%，特朗普也照样宣称自己取得了胜利。尽管作弊行为已经被证实，可“投票脱欧”保住了英国脱欧这块奖牌。没有人被禁选，“投票脱欧”的两位领导人鲍里斯·约翰逊和迈克尔·戈夫均得以竞选英国首相。政治阶层不把破坏我们民主体制的罪行看成“真正的罪行”。他们中有许多人将这些违法行为等同于违章停车罚款，虽然犯罪分子和敌对国因此得以轻易地破坏我们的公民制度，在我们的社会里

大搞选举恐怖主义，给我们带来实质性的伤害。当然了，英美两国最有权势的人认为这些罪行根本没有发生过——它们只是“恶作剧”，是因为落败而愤愤不平的对手的把戏。他们把“事实”和“现实”抛到脑后。

你可能以为，蓄意黑进一位世界领导人的私人邮箱和病历、贿赂过政府部长、敲诈过目标对象、用险恶恐怖的谋杀和威胁视频给选民洗脑的公司应当受到法律的制裁。然而，参与剑桥分析非洲项目的人个个都安然无事。建立司法管辖性（jurisdictionality）——某个罪行是否有“可观”比例发生在英国，因而可以在英国法庭起诉——太难了。剑桥分析的服务器遍布世界各地，会议地点在不同的国家，黑客们常住他国。剑桥分析只在伦敦接收黑来的材料，却未曾要求黑客提供在英国黑来的材料。虽然有若干目击证人，但剑桥分析还是逃脱了。事实上，尼日利亚项目的一个经理后来当上了英国内阁外交项目的高官，跻身英国政府最高层。

在美国，剑桥分析也安然无事。该公司明知故犯，任意践踏《外国代理人登记法》。它展开行动压制非裔美国选民。它欺骗脸书用户，用令人作呕的内容恐吓他们。它把美国公民的数亿条私人记录泄露给敌对国。然而，剑桥分析毫发无损，因为它是专门为了司法套利[3]（jurisdictional arbitrage）而建立的。偷税漏税者通常会在世界各地的热带岛屿上建立空壳公司，通过十分复杂的国家链和公司链来洗钱。由于每个国家和公司都有自己独特的规则，所以官方很难追踪钱的流向。这可能是因为钱和数据一样，是一种完全可以替代的资产，可以在全球金融体系里被瞬间移动。剑桥分析利用复杂的公司设置不只是为了洗钱，还为了洗另外一种越来越有价值的东西：你的数据。

在英国，AIQ也没有受到制裁。在桑尼和我披露了“投票脱欧”蓄意违反法律规定、利用AIQ超出竞选开支上限，并将其用作剑桥分析目标定位的隐秘代理的证据之后，它就成了英国脱欧讨论中明明存在却被刻意回避的问题。英国已经正式发出脱离欧盟的通知。本来就是险胜的脱欧决定可能受到系统欺骗、数据泄露和外国干预的影响，但官方有意忽视这一点，因为如果正视它的话，波及面会广到无法想象。如果同样的事情发生在肯尼亚或尼日利亚，英国观察员早就敦促着重新投票了。

其他的英国制度也失败了。英国广播公司的高管从《卫报》那里得到消息，在《卫报》正式曝光剑桥分析几周前就拿到了所有证据，但他们在《卫报》发表前几天决定放弃报道，唯恐争议太大，转而在第四频道的曝光播出前采访亚历山大·尼克斯，却没有在采访中收录任何来自吹哨人的评论。后来我受邀在英国广播公司的王牌晚间新闻节目《新闻之夜》出镜。主持人想方设法地打断我，因为我说“投票脱欧”的违法行为，包括利用违规资金定向传播几十亿条脸书广告，只是我的众多“指控”之一。但事实上，英国选举委员会早已确认了此事。我屡屡被打断，沮丧不已，困惑不解，就同主持人争论什么是“事实”。我还指出，在英国法律机构已经公开裁决的情况下，英国广播公司还不许我说“投票脱欧”违反法律，也不许我说违法活动就在脸书的眼皮底下展开，这实在是匪夷所思。

英国国家犯罪调查局突然中止了对俄罗斯干预英国脱欧公投的调查，哪怕它已经收到了有关俄罗斯驻英大使馆和“离开欧盟”之间往来的证据。后来，英国首相拒绝否认她下令中止了对英国脱欧的调查。英国议会没有对发生在英国脱欧公投期间的欺骗行为进行质询，而且我在美国国会做证时回答英国脱欧相关问题的时间比在英国议会还长。虽然英国议会没有进行质询，但加拿大国会开始调查AIQ在英国脱欧过程中扮演的角色，协助英国官方迫使AIQ回答问题。AIQ是加拿大企业，所以成功避开了英国司法的管辖。

结果证明，欺骗是一种相当不错的制胜战略，因为欺骗的代价非常小。英国选举委员会后来承认，即使是非法数据或违法资金造成了脱欧方取得公投胜利，公投结果也仍然有效。脸书拒绝交出英国脱欧期间发生在其平台上的活动细节，也不肯透露非法竞选团队对多少选民、何种类别的选民进行了画像和定向传播。马克·扎克伯格三次拒绝去英国议会做证。代表六大洲将近十亿人民的十五个国家的议会联合起来要求向扎克伯格发问，电话作答都可以，但他照样拒绝，还拒绝了两次。看来，扎克伯格的时间比代表将近七分之一人类的立法机关的时间还宝贵。脸书发现，除了媒体充满怒气的抨击，对世界各国的议会置之不理并无多少不良的后果，这家公司认识到，它的确可以表现得像个主权国家，不用接受他人的审查。最终，脸书派出首席技术官迈克·斯科洛普夫去接受英国议会的质询，但根据委员会事后发表的声明，他未能提供四十个问题的完整答案。然而，他的表现最能揭示的一点或许就是脸书这家公司并未悔悟。有议员问斯科洛普夫，脸书

得知消息后的第一反应是发律师函威胁记者，这种行为算不算霸凌。这名首席技术官回答说：“据我的理解，这是英国的惯例。”议员们不敢相信自己的耳朵，在他们的穷追猛打下，斯科洛普夫勉强让步，最终道歉，说他“很遗憾让记者们感到我们正在试图阻止真相大白于天下”。

在这部传奇中，许多人本应受到正式制裁，不过令我伤心的是，只有很少几个人接受了处罚，其中就有“投票脱欧”团队的22岁实习生达伦·格兰姆斯。虽然他身不由己，但根据古老的立法，他对选举违规负有责任。英国选举委员会罚了他两万英镑，并把他的案子移交给警方。他后来上诉成功，但选举委员会还可以反诉。“投票脱欧”团队被罚了61,000英镑，部分原因是他们拒绝同监管机构合作。“投票脱欧”放弃上诉，所以至少这个制裁还在。

目睹格兰姆斯的遭遇让人心痛。因为别人的蓄意谋划，他的人生被撕毁。我们曾经希望他能同桑尼、盖特尔森和我一起站出来，但格兰姆斯始终坚持为别人想出的这个方案辩护。每次桑尼提起这个话题，他就会惊慌失措，情绪失控，不愿意接受他被自己信任的人利用了这一事实。格兰姆斯从一开始就是被内定为替罪羊而参与其中的，他真可谓是“投票脱欧”所需要的理想人选。格兰姆斯之所以为老东家的行为辩护，是因为他是被控制了的受害者。他们以替格兰姆斯支付律师费为由，把这个有天分、有艺术气质的自由派学生改造成了另类右翼事业的“托儿”。

新闻曝光几周后，沙米尔·桑尼供职的智库“纳税人联盟”（TaxPayers'Alliance）在保守党顾问向其施压后解雇了他。该联盟后来向桑尼的律师承认，他们违法解雇桑尼是为了报复他们所谓的桑尼的哲学信仰——“英国民主神圣不可侵犯”。虽然英国议会对帕金森在唐宁街10号任职一事有过几次质疑，但帕金森保住了这份工作，没有为利用首相新闻办公室迫使他的前实习生出柜一事承担后果。特雷莎·梅辞去首相职位之前，把帕金森的名字放在待授勋者名单中，举荐授予他贵族头衔，让他进入上议院。加入上议院后，帕金森将有权投票表决法案并领取终身津贴。向大西洋两岸的当局提供过证据的马克·盖特尔森被迫离开他所供职的手机应用程序公司，因为公司担心他的吹哨行为会影响声誉。

2018年3月，就在剑桥分析员工得知公司即将垮台之前，据称亚历山大·尼克斯清空了公司的银行账户，卷走600万英镑，致使员工领不到遣散费。他后来在议会矢口否认这一点，说取钱是为了支付“已经提供给公司但未入账的服务”，还说他有意归还部分款项。尼克斯许多出没于蓓尔美尔街那些私人俱乐部的前商业伙伴和同侪都回避他，但他很有钱，可以一如既往地住在伦敦荷兰公园的豪宅里，靠遗产生活。除了出席议会公开听证会的难堪，他并没有受到太大影响。在听证会上，他把公司的垮台怪在了“全球自由派媒体”上。

在我站出来曝光剑桥分析后，布里塔尼·凯泽重塑自己的形象，把自己包装成吹哨人，还雇用了一个公关经理为她安排采访。在英国议会的一次听证会上，她承认参与过尼日利亚项目，说剑桥分析可能保留了脸书数据，还概述了她和朱利安·阿桑奇的关系。（后来我们得知她曾经去厄瓜多尔驻英大使馆拜访过阿桑奇。）凯泽刚做完证，尼克斯就发短信给她：“干得漂亮，布里塔尼。看上去很艰难，但你干得不错。”第二天，她飞往纽约，在那里召开新闻发布会，宣传她全新的数据项目，启动了一个据称能给我们带来“数据自由”的叫作“价值互联网总账本”（Internet of Value Omniledger）的东西。

剑桥分析的其他几个高管同凯泽一样，各自创建了他们自己的数据公司。剑桥分析的前产品负责人马特·奥茨科斯基给他的公司起了一个拉丁文名字——Data Propria，意为“个人数据”，还请到了原剑桥分析的首席数据科学家戴维·威尔金森与他共事。这家公司表明将会重点研究动机性行为触发因素，而且已经开始为唐纳德·特朗普2020年的美国总统竞选团队工作。剑桥分析前总经理马克·特恩布尔和公司的另一个前员工艾哈迈德·哈提卜一起创立了“鸟卜者国际”（Auspex International），声称这是一家“遵守道德的”“小而精的地缘政治咨询公司”。

最让我感到遗憾的是杰夫·西尔韦斯特。得知他和AIQ做过的事，我愤怒沮丧到无以言表。我十几岁的时候，他是我的导师，还引我进入政界。他支持过我，鼓励过我，培养过我，我才得以成长。我实在不明白他怎么会坚持为如此错误、如此富有殖民主义色彩、如此违法、如此邪恶的事情工作这么久。我试图劝说他，让他向《卫报》敞开心扉，但失败了。他本来可以坦白的。他本来可以同调查人员合作的。他知道AIQ的所作所为是错误的。他知道他的工作对一整个国家

的未来和数以百万计的人民的权利产生了深远影响。在深厚友情和举报犯罪行为之间做选择是一种折磨，因为无论你选了哪一个，你都会深感后悔。但我别无选择，只能背叛他。在《卫报》向所有即将在报道中受到指控的当事人发出意见征询信的那一天，我整天都痛苦不已，焦虑不安地等待着最新消息。西尔韦斯特收到意见征询信后才得知我最终做出的选择，开始意识到自己即将面临什么。他最后发给我的短信只有一个字——“哇”。

第一次步入议会听证会，听到频繁按响的快门声和大喊着说出的提问时，我出乎意料地镇静。艾伦坐在我后面，偶尔递给我一张写有法律意见的纸条。我们已经准备了很久，一起检查过所有证据，而且我还有议员特权的特别保护——我在听证会上说的任何话都不会被用在民事或刑事诉讼上。这次听证会引起了全世界立法界的关注。英国数字、文化、媒体和体育委员会主席达米安·科林斯开始安排十五个国家议会的联合听证会。下议院进行了若干次辩论，各党派都支持对社交媒体进行监管。有那么几个月，英国似乎站在挑战硅谷权力的前列。

然而到了2018年10月，在剑桥分析丑闻震动脸书七个月之后，脸书宣布了一项重大任命：从外界招聘了一个负责向世界各国政府道歉的高管。这个全球公共关系顾问就是尼克·克莱格，自由民主党前党魁，英国前副首相，也是当年我在自由民主党总部工作时的上司。具有讽刺意味的是，克莱格曾经发誓他宁可坐牢也不愿意在一个试点性的全国公民身份数据库里注册。不过，这家伙担任英国副首相的那五年事实上就是接连不断地道歉的五年，因为他违背了许多重要的承诺。我想得越多，就越觉得他和脸书是天作之合。扎克伯格和克莱格的成功事业都建立在违背原则的基础上，这两人都因为忽视对用户或选民的诺言而在公信力方面遭受灾难性打击，而且他们也都在2010年失去人格魅力。克莱格的任命宣布后，第四频道在镜头前采访我的感想，我能想到的只有“这是狗屎”。他们播出了我的评论，不过用“哔”声盖住了我的脏话。

2019年5月24日，首相特雷莎·梅宣布了辞职意向。为了争夺党的领导权，保守党内硝烟弥漫。在英国，如果首相任期未满就辞职，按惯例，不必进行大选，而是由女王陛下直接任命执政党的新领袖为首相。这就意味着党内的幕后人士、金主和交纳党费的党员可以绕过选

举，在他们自己人中选出英国的领导人。7月23日，保守党决定英国新首相是前外交部部长、无协议脱欧（常被称作“硬脱欧”）的主要鼓吹者鲍里斯·约翰逊。约翰逊组阁时任命他在“投票脱欧”的前同事多米尼克·卡明斯为唐宁街10号新任高级顾问。似乎无人在意这样一个事实：卡明斯领导的“投票脱欧”通过舞弊影响了英国脱欧公投的结果，而这个结果在约翰逊执政后成为英国几乎不惜任何代价都要脱离欧盟的“民主制度”的基础。从内阁流出的文件披露，约翰逊的顾问们在新政府成立之后立即开始计划暂停议会。暂停之后，议员们就无法彻查他们的脱欧方案了。不过，这种逃避民主审查的做法一点都不让人吃惊。就在宣布卡明斯的任命前几个月，他因为拒绝应召前往议会回答有关在脱欧公投期间作弊和散布假新闻的问题而被判藐视议会。虽然卡明斯是下议院历史上全票通过对其进行正式训诫的极少数对象之一，但议会权威的有限性这次得以暴露。卡明斯似乎没有受到多大影响，甚至在任职高级顾问后还拿到了议会通行证。除了卡明斯，约翰逊政府还任命“投票脱欧”前首席执行官暨纳税人联盟联合创始人马修·埃利奥特为英国财政部特别顾问。纳税人联盟就是那个在桑尼吹哨后为报复而解雇他的游说团体。看起来，“投票脱欧”接手了英国政府。约翰逊首次赴下议院参加首相问答时，反对党议员问他，2016年12月，身为外交部部长的他同剑桥分析首席执行官亚历山大·尼克斯会晤时讨论了什么。约翰逊只回答了一句话：“我不知道。”

在剑桥分析任职期间，我近距离地感受到了贪婪、权力、种族主义和殖民主义。我看到亿万富翁试图把世界塑造成他们想要的样子。我窥见了我们这个社会最离奇、最阴暗的角落。身为吹哨人，我目睹大企业为了保住利润所做的肮脏之事。我看到有人为了维持于己方便的叙事掩盖他人的罪行，没有下限。我看到挥舞“爱国”大旗的人在对一代人来说最重要的宪法问题上无视违反法律的行为。但我也看到还是有人在乎的，他们在同这个失败的体系抗争。我看到《卫报》《纽约时报》和第四频道的记者奋力揭露剑桥分析所犯下的罪行和脸书的无能。我看到我才华横溢的律师运用策略挫败每一个针对我的威胁。我看到站出来支持我但不求回报的人的善意。我看到坐落在威姆斯洛教区小镇的英国信息专员办公室不遗余力地挑战美国的技术巨头，最终对脸书开出与数据泄露相关的法律所允许的最高金额的罚单。

我也看到有国会议员关注我们已经进入的这个美好的新世界，急切地希望了解更多。我同律师和桑尼在美国众议院情报委员会做完证

后从敏感信息隔离设施出来的时候，委员们同我握手，亚当·希夫议员及其助理一路送我们到安检入口。他们非常亲切，感谢我飞来美国帮助他们理解剑桥分析以及社交媒体平台对美国选举构成的新兴风险。这是我在美国最后一次做证，但感觉一切都远未结束。

2019年7月24日，联邦贸易委员会对脸书开出创纪录的50亿美元的民事罚款。同一天，证券交易委员会发出通知，追加一亿美元的罚款。监管机构判定，脸书不仅未能保护用户的隐私，还发布不实声明，在明明已经掌握不正当行为证据的时候声称没有证据，从而误导公众和记者。这是美国政府历史上征收的最大金额的罚款之一。事实上，这是美国企业因为侵犯消费者隐私权而被征收的最大金额的罚款，比此前世界上最大金额的隐私或数据安全罚款高出20倍。然而，投资者却认为这是好消息。消息公布后，脸书的股价涨了3.6%。市场默认，即便是法律，也阻止不了这些技术巨头的增长。

如果我不承认我现在比刚踏上这段旅程时更加愤世嫉俗，那我就是在撒谎，但是我并没有听天由命。如果说有什么区别的话，那就是我比以前还要激进。我曾经以为我们的社会体系基本运转良好。我曾经以为有人制定过预案，万一发生了剑桥分析这样的问题，知道该怎么应对。我错了。我们的体系崩坏，我们的法律失灵，我们的监管机构软弱无能，我们的技术在篡夺我们的民主制度。

所以我必须学着发声，让世人听到我的见闻。我充满希望，因为我已经体会到发声的力量。《卫报》推出系列报道时，许多记者认为这不过是一连串的阴谋论而已。硅谷的技术巨头对他们应当受审查的说法嗤之以鼻。华盛顿和威斯敏斯特的政客说这是“小众”报道。我能成功发声，多亏了负责《卫报》艺术和文化版面的女性团队和同意刊登这一轰动性报道的周日报纸《观察家报》的坚持，多亏了英国信息专员办公室和选举委员会负责调查的女性的关注，多亏了一个女律师坚定不移地站在两名移民身份的同性恋吹哨者身后。在具有奉献精神的女性、移民和同性恋者的引领下，这个新闻报道唤醒了公众，向他们揭示了硅谷和硅谷巨头所创造的包围了我们的数字技术所悄悄推行的殖民主义的力量。我们坚持发声，直到整个世界都彻底醒悟。

作为同性恋者，我们很早就认识到自己存在于常态之外。我们密闭柜中，默默无闻，隐瞒真相，直到有一天再也不能忍受。密闭柜中

的体验非常痛苦。这是我们加诸自身的情感暴力，抑制自己，从而不让周围的人不安。同性恋者对权力体系深有体会，而出柜是我们说出真相的变革性行为。出柜让我们认识到，把我们的真相讲给那些不一定愿意听的人非常有用。我们拒绝他们的宽慰，我们让他们倾听。为什么这么多同性恋者在骄傲大游行上吹口哨？是为了引起你的注意，是为了公开宣布我们不再隐藏，是为了对抗强大的霸权。而且和许多在我之前出柜的同性恋者一样，我必须接受我自己的真相，必须坦然面对我永远也符合不了社会对完美男人的期待这一事实。

我是一个同性恋吹哨人，而且这是我第二次出柜。因为保密协议的束缚，我被迫带着那些令人不安、遭人反感的真相再次进柜。这两年，由于强权企业的威压，我被迫过着“不许问，不许说”的生活。只要我不想自食其果，我就不能向他人透露我是谁。我是强权企业的小秘密。但和其他出柜的同性恋者一样，我讲真话，我决定不再捂住这些令人不安的真相，不再三缄其口，不再躲藏，不再当大公司的小秘密，直面后果，向世界喊出这一切。

这个密柜不是字面意义上的空间，它是我们同性恋人士内化并遵守的社会结构。他人强行规定了这个容器的边界，试图控制你的行为和你呈现给世人的面貌。这个密柜看不见也摸不着，作为默认模式强加在你身上，你毫无选择，听凭他人打造出一个更加赏心悦目的你——为了他们的利益，而不是你的。在密柜里长大意味着逐步学会如何在社会上伪装自己——了解哪些走路姿态、语调、表达方式、视角或愿望的表达会违背强加在你身上的社会规范。同性恋小孩慢慢学会了抑制自己的行为，直到这种抑制差不多变成第二天性，直到他们伪装成功。这些改变可谓日积月累，甚至有时候直到你决定出柜那一刻你才注意到自己的行为变化有多大。出柜需要接受这样一个事实：你的自我有很大一部分是在密柜里被动构建出来的，是在你不知不觉或未经你同意就强加给你的。这种醒悟可能让你痛苦。你在密柜里向社会求和，来换取伪装。然而怒火也在密柜里燃烧，社会设定的边界和限制逐渐让你窒息，直到你再也忍受不了这个囚笼。

出柜就是为了摆脱他人强加给我们的定义。自我定义是一种极其强大的能力。不管威胁这种能力的是社交密柜还是算法密柜，任何出于私利而寻求力量来对我们下定义或做分类的人或事，我们都必须抵制。硅谷在为每个人建造个性化空间的同时也冒着创建身份新霸权的

风险。这些个性化空间其实就是定义我们身份、表达方式和行为的新密柜。算法在采集并处理你的数据后决定怎么定义你、把你分到哪一类、应该让你注意到什么，以及谁应该注意到你。然而，在一个为了更好地表达你的真我而对你进行界定的算法和一个为了创造自我实现的预言，把你打造成它认为你应该成为的人而对你进行界定的算法之间，只有一线之隔。

人们早已开始按照机器对他们的期许进行变形。我们当中有一些人在社交媒体上精心策划自己的形象，来增加他们粉丝的参与度，以至于真我和网络上展现的我相互交杂，无法分辨。而有的粉丝看多了这些精心策划的身份后，会憎恨自己的身份或样貌，为了让身材符合流行新标准而不惜节食。还有的粉丝点开算法推荐给他们的链接，被那里的内容吸引，在个性化的兔子洞里越坠越深，连世界观都被不知不觉地改变。如今，我们在网上买的东西是某个外物根据我们的画像推荐给我们的。我们求职、买保险、申请抵押贷款能否成功，我们的个人信用分有多高，都是某个外物根据我们的画像决定的。我们看的电视节目、觉得好听的音乐也是某个外物根据我们的画像预先筛选出来的。随着物理世界和数字世界不可避免地融合，我们的人生有越来越大的比例将不受我们自己的控制，而是被某个外物界定。所以，如果我们想抵制由某个外物来界定我们未来的人生，我们可能全部都得“出柜”，否则某人或某物会把我们锁在柜中。

2019年5月23日，我清晨6点就醒了，这个时间对我来说有点早。房间里亮堂堂的，温度上升，初升的阳光透过窗帘照了进来。我讨厌早起，所以盯着天花板躺了一会儿，然后朝窗外看逐渐有了人气的街头。跟我交往的一个人昨晚留宿了，所以我得小心翼翼地下床，这样才不会发出声音。这天是英国的选举日，或许是英国最后一次参加欧洲议会选举。我的投票卡上写着投票将于早晨7点开始，所以我想悄悄溜出去，跑到我所在选区的社区中心去投票。

我迈着有点夸张的大步轻手轻脚地走到梳妆台旁边，抓起在地上堆成一团的牛仔裤和T恤。这件T恤是英国设计师凯瑟琳·哈姆内特送给我的。柔软的黑色棉布上印着加粗的白色文字：“现在就进行第二次公投！”今天必须穿这件T恤，我想。我伸手从抽屉里拿出手机，一有信号，它就响个不停。来了好多信息。

哦，天啊，我心想。我转身去看有没有吵醒他。他呻吟着把脸蒙进枕头里，问我怎么这么早就起了。我只说因为我想去投票。他坐了起来，一边傻笑一边转眼珠，还问今天对我这样的人来说是不是就像圣诞节。我告诉他不是的，我想早点去，在那些记录谁投了什么票的投票监督员抵达前把票给投了。我不想再跟英国独立党或者脱欧分子做斗争。我已经被叫作叛徒，还有人把我推到车流里，但我不愿意投票被人阻挠。

这天并不像圣诞节，而且我一点也不兴奋。这是悲伤的一天，因为我从心底里知道，我参加的不是真正的选举——这只是英国按计划脱离欧盟前的最后一次演出的一部分。虽然选举委员会判定“投票脱欧”违规，国家犯罪调查局还在调查，议会召开过听证会，《卫报》也连续一周曝光了唐宁街内部的掩盖行为，但英国政府仍然拿着欺骗得来的指令决意脱欧。

我的信箱里塞满了传单和小册子。我还以为阿伦·班克斯或者“离开欧盟”会给我寄点荒谬的东西，比如卷好塞进俄罗斯伏特加酒瓶的英国脱欧传单什么的，因为他们很喜欢挑衅我和《卫报》记者卡萝尔·卡德瓦拉德。可是没有，信箱里都是普通的传单。绿党的，自由民主党的，英国独立党的。托利党和工党出于某种原因没有分发传单。我摊开自由民主党的传单，想看看他们这次用了什么数据，有没有向我定向传播什么信息，结果没看出来。这只是又一份瞎扯淡的传单。

我抬头看了看大堂上方正看着我的监控摄像机，然后离开大楼。我步行走过邻近的几条街，古旧的乔治式联排房屋中间夹杂着几栋公寓楼。天气晴好，阳光明媚。清新的晨间空气让人精神一振。我拐进一条商业街，除了一家咖啡馆，别的商店都还没开门。我走进咖啡馆，要了一杯咖啡，上面加一点豆奶。等咖啡的时候，我看了看其他顾客。他们都站着看手机，不断下拉屏幕，查看内容，并与其互动。我就站在他们旁边，可他们人在店堂，心却完全沉浸在数字世界中。老实说，被禁用社交媒体前，我也跟他们一样。但自从没了社交媒体，我发现自己下拉屏幕的次数少了，发帖少了，拍照也少了。我还有一个推特账号，不过很少用。我不再一个人在人群中连续几小时地浏览屏幕。我或许生活在这些数字世界之外，可至少我在这个世界上的存在感更强了。拿好咖啡，我出了店门，走向社区中心。街道两边绿树成荫，树干上挂着白色的大标牌，上面刷着黑色的“投票站”字

样。我在离投票站还有一定距离的地方停下脚步，观察四周，但还没有哪个党派的人在社区中心外面徘徊。于是我走进社区中心，跟着指示牌一路沿走廊来到一个朴实无华、未经装饰的房间里。那里面散落着一个个用硬纸板搭起来的投票间，还有一些不带橡皮头的小铅笔。

投票站的书记员抬头看了看我，问我叫什么名字。她快速翻动纸质名单，用铅笔把我的名字画掉。就那么简单——不用看身份证，也没有电子设备。她递给我一张看起来有一米长的候选人名单，让我选伦敦派往欧洲议会的代表。选票只比报纸厚一点点，但我拿着它，想着投票这个举动看起来如此实在，可为了让选民在薄薄的一张纸上打个叉这么一个简单的举动，网上又有过多么复杂的活动。我把选票投进投票箱，希望这不会是最后一次。

注释：

[1]完全隔离电脑，使其不与互联网及任何其他的互联网设备连接，以保护数据安全的系统。

[2]在匈牙利出生的美籍犹太裔商人，著名的货币投机家、股票投资者和慈善家。

[3]转移某间办公室、某家工厂或其他某个实体，以使其处于不同监管机构的管辖下，来获得更宽松的管理，从而获利的行为。

后记 对监管的思考：致立法者

如果要防范另一家剑桥分析攻击我们的公民制度，我们必须改进孵化出这家公司的有缺陷的环境。各国的国会和议会长期以来一直错误地认为“法律跟不上技术”。而技术行业很喜欢复述这个观点，因为这常常会让立法者自以为蠢笨脱节，从而不会挑战他们的权力。然而，法律有能力跟上技术，正如它之前驾驭了医药、土木工程、食品标准、能源和无数其他技术性很强的领域那样。立法者不必理解一款抗癌新药里的同分异构体就能创建有效的药物审批流程，不必知晓高压线里铜线的传导性也能制定有效的绝缘安全标准。我们不指望立法者掌握所有领域的专业的技术性知识，因为我们把技术监督的责任移交给监管者。监管之所以有效，是因为我们信任专家，相信作为公共安全守护人的他们能妥善调查相关产业及技术创新。“监管”可能是最不迷人的词语之一。一提起它，人们就联想到一群毫无个性、按部就班、视核查清单为至宝的人，而且我们总是觉得他们制定的规则不完美，挑剔其中的细节，但尽管如此，安全标准总的来说是有用的。你去杂货店买吃的，去医生那里看病，或者登上飞机，飞向几千英尺的高空时觉得安全吗？大多数人会说安全。你觉得自己需要想想其中涉及的化学物质或者工程技术吗？或许不需要。

技术企业不可毫无约束地追求快速行动，破除陈规。公路限速是为了降低行驶速度，保障人身安全。既然制药实验室或航空航天公司不得在通过安全和效力测试之前上市新发明，那为什么数字系统不经审查就能上市？为什么我们允许技术大公司进行大规模的人体实验，结果意识到问题太大，无法掌控？我们已经看到，激进化、大规模枪击案、种族清洗、进食障碍、睡眠习惯改变、对民主的大规模攻击等都受到社交媒体的直接影响。这些可能是看不见摸不着的生态系统，但它们给受害者造成的伤害却是实实在在的。

规模就是房间里的大象，人人都看得到，可人人都避而不谈。硅谷高管为自己找借口，声称他们平台的规模实在太大，所以很难防止有人在平台上传播大规模枪击事件，也很难阻止有人在平台上煽动别人进行种族清洗。这不是借口——他们间接承认了自己创造出来的东

西大到他们自己都管不了。然而，这也间接表明了他们相信，他们从这些系统中牟利的权利高于其他人承担的社会代价。有人在脸书平台上直播发生在新西兰的大规模枪击事件，脸书得知后说：“我们已经听到了反馈，要求我们做更多。”其实我们应该问脸书这样的公司一个问题：如果这些问题太大，你们一时半会儿解决不了，那为什么要允许你们在没有测试过产品、尚未完全理解产品对社会的潜在影响之前就发布产品呢?

我们需要新规则来指导互联网形成类似减速带的良性摩擦，确保人类在新技术和新生态系统下的安全。我不是监管方面的专家，也不敢宣称自己知道所有的答案，所以别把我的这些话当作真理。我们应当让更多的社群成员参与对话。不过，我想在此提供一些建议以供参考——至少能引发一些思考。我的某些建议可能有用，有些可能不灵，但我们总得找个解决这一艰巨问题的切入点。技术很强大，可以在很多方面促进人类的进步，不过这种强大的力量必须聚焦在建设性的努力上。接下来就是帮助你思考未来该怎么做的一些建议。

1.一部互联网的建筑法规

建筑法规的起源可以上溯到公元64年。当时罗马皇帝尼禄在罗马大火肆虐九天后限制了房屋高度、街道宽度和公共水供给。虽然1631年的一场大火促使波士顿禁用木质烟囱和茅草屋顶，但真正意义上的第一部现代建筑法规出台于1666年伤亡惨重的伦敦大火之后。跟波士顿一样，伦敦的房屋密集度高，采用木结构和茅草屋顶，导致大火四处蔓延，整整烧了四天。它毁掉了13,200个家庭住宅、84所教堂和全城大部分的政府建筑。其后，国王查理二世宣布，所有人不得“用砖块或石材以外的任何材料建造或大或小的房屋或其他建筑”。他还宣布拓宽主干道，防止火情从街道一侧扩散到另一侧。19世纪又发生了一系列历史性的火灾，于是许多城市纷纷效仿伦敦，最后决定由公共检验员检验私人物业的建造，以确保居民和公众的安全。新规则不断涌现，终于，公共安全这一概念成为首要原则，以此为由可以无视业主的诉求，甚至居民的同意，推翻不安全或未经检验的建筑。像脸书这样的平台已经起火多年，灾害频发——剑桥分析、俄罗斯干预、缅甸种族清洗、新西兰大规模枪击案，所以就像伦敦大火之后人们做的那

样，我们必须开始考虑制定政策，并且思考危及我们社会和谐和公民幸福的根本性的架构问题。

互联网包含着无数不同类型的架构，人们每天，甚至每小时都在同它们互动。随着数字世界和物理世界的融合，这些数字架构对我们生活的影响将会越来越大。隐私权是一项基本的人权，理应得到尊重。然而，隐私权往往因为在一长串难以辨读的条款和条件之下点击了“接受”而烟消云散。正是因为这种强行灌输的同意，大型技术平台才有了为自己的操控手段辩护的理由，虚伪地称自己赋予了用户“消费者选择权”。它们把我们的注意力从这些有缺陷的架构的设计——以及设计师——转移到用户的活动上，但其实后者无济于事，因为用户既不理解，也无法控制系统的设计。我们不让人“选择进入”接错电线或者缺少安全出口的建筑物，因为那样会不安全。此外，也没有什么贴在门上的条款和条件能让设计出有危险空间的建筑师免责。同样的规定为什么不能适用于软件和网络平台的工程师和架构师呢？

从这个角度来看，用户同意不应当是平台运行某个涉及用户基本权利的特性的唯一基础。加拿大和欧洲已经把隐私视为工程和设计问题—— 一种叫作“隐私设计”的框架，而我们应当拓展这一原则，制定一部完整的工程法规：一部互联网的建筑法规。这一法规将包括除隐私以外的新原则，如尊重终端用户的主观能动性和人格完整。这样一部法规将创建一个新原则——主观能动性设计，以要求平台使用加强选择权的设计。这一原则还将禁止暗黑模式设计，即常见的通过故意迷惑、欺骗或操控用户来让其同意使用某个产品特性或按某种规定行事的模式设计。主观能动性设计还要求影响成比例，即某种技术对用户的影响必须同该用户的使用目的和所获得的利益成比例。换句话说，应当禁止平台设计的不正当的影响力，这些设计会产生长期且不成比例的影响，例如令人上瘾或造成严重的精神健康问题。

同传统的建筑法规一样，避免损害原则应当是这样一部数字建筑法规的中心特征。这就要求各平台和应用程序在发布、大规模部署一个产品或特性前进行可被滥用性审查和安全测试。技术企业必须承担责任，证明它们的产品在公众大规模使用时是安全的。基于同样的逻辑，必须禁止技术企业让公众使用产品未经测试的新特性，进行大规模的现场试验，必须禁止把公民当作小白鼠。这样就能防止类似缅甸

的事件发生。缅甸事件证明，脸书根本就没有提前考虑过自己产品的特性有可能在存在种族冲突的地区引发暴力行为。

2.一部软件工程师专用的伦理规范

如果你的孩子迷失了，需要帮助，你希望他们向谁求助？或许是医生？或许是老师？有没有考虑过加密货币交易员或者游戏软件开发者？我们的社会尊重某些自带可信度的职业——医生、律师、护士、教师、建筑师，等等，主要原因是他们在工作中必须遵守伦理规范和安全方面的法律。这些职业在社会上的特殊地位意味着我们为这些职业的从业人员的专业行为和注意义务设定了较高的标准。正因为如此，许多国家的法定机构会对这些职业的伦理行为进行监管并强制执行。为了保证社会的良好运转，我们必须相信我们的医生和律师能够自始至终地维护我们的利益，以及我们每天使用的桥梁和楼宇由胜任建筑工作的专业人士按法规建造。在这些接受监管的职业里，有悖伦理的行为会给越界人士带来惨重的损失——从罚款和公开羞辱到暂时吊销从业资格，严重违规者甚至会被终身禁业。

如今，软件、人工智能和数字生态系统渗透了我们的生活。然而，那些设计出我们每天都使用的电子设备和程序的人不受任何联邦法令或可执行的法典的制约，不必充分考虑对用户或整个社会的伦理影响。软件工程这个职业有一个严重的伦理问题需要解决。技术企业不可能变魔术般地凭空创造出有问题或危险的平台——企业内部有专人开发这些技术。但这里有一个显而易见的问题：软件工程师和数据科学家跟使用他们开发出来的产品的用户没有任何利益纠葛。如果某个工程师的雇主下令开发具有操控色彩和伦理问题、草率应用且毫不顾忌用户安全的系统，那他没有拒绝的义务。目前，拒绝从事不道德行为的工程师可能会遭到报复或解聘。即使事后发现某个不道德的设计违背了法规，公司也会承担责任，缴纳罚金，但开发出这一技术的工程师不必像严重违背职业伦理的医生或律师那样承担任何职业后果。别的职业不存在这样一个有悖常理的激励。如果雇主叫一名律师或护士做不道德的事情，他们有义务拒绝，否则自己会失去从业资格。换句话说，他们同用户有利益纠葛，有理由质疑雇主。

如果作为软件工程师和数据科学家，我们自认为对得起社会的尊重和高工资，是值得信赖的专业人士，那我们就必须承担起相应的伦理责任。如果我们不把技术企业的员工的利益跟用户的利益绑定在一起，对技术企业进行监管的效果就不会最好。我们需要让工程师担责，让他们开始关心自己创造的产品可能会带来什么影响。花一个下午的时间组织员工讨论或者让员工学习一个学期的伦理课程完全不足以解决我们目前面临的新兴技术所带来的问题。我们不能延续老路，否则硅谷的技术家长式作风和排外的男性乌托邦会创造出一批毫不顾忌自己的工作所存在的潜在伤害的危险大师。

同生活在全世界多个司法管辖区的土木工程师和建筑师一样，我们的软件工程师或数据科学家也需要一部受到法定机构支持的职业规范。如果他们把才能和专业知识用在开发危险性技术、操控性技术或其他有违伦理的技术上，他们必须承担实实在在的后果。这部规范不应采用不严谨的语言，不应流于抱负和愿景，而应清晰、具体、毫不含糊地规定什么是可以接受的，什么不可以接受。这部规范应当要求软件工程师或数据科学家尊重用户的自主权、识别和记录风险、上交代码以供审查和评议。这部规范还应当要求软件工程师或数据科学家考虑他们的工作对弱势群体的影响，包括对不同种族、性别、能力、性取向或其他受保护群体的用户的不成比例的影响。而且如果在充分考虑后发现雇主下令开发的产品特性有违伦理的话，软件工程师或数据科学家负有拒绝义务和报告义务，不拒绝、不报告者要承受严重的职业后果；拒绝并报告的员工则应当受到法律保护，以免雇主报复。

在所有可能类型的法规中，一部软件工程师专用的规范或许可以在最大程度上防止伤害，因为它会迫使开发者在公开发布任何产品前审慎考虑，而非通过简单地遵照指令进行开发来推卸道德责任。技术往往体现我们的价值观，所以在我们这个社会越来越依赖软件工程师的创造的情况下，我们必须灌输一种伦理文化，这一点至关重要。如果软件工程师担负起应担的责任，那他们将成为我们防止技术滥用的最强防线。此外，作为软件工程师，我们都应该在为社会建设新架构的时候力求赢得公众对我们工作的信任。

3.互联网公用事业和公共利益

传统上公用事业指那些“受公共利益”影响的物理网络，它们在市场上属于独特的存在，因为它们的基础设施对商业和社会的运转至关重要，所以我们允许它们采用有别于普通企业的运营方式。公用事业行业出现自然垄断往往不可避免。在市场上，势均力敌的竞争一般会催生创新，提高产品质量，为消费者降低购买价格。但在某些行业里，例如能源、水利或公路行业，在相同路线上架设相互竞争的输电线、铺设相互竞争的管道或建设相互竞争的地铁线路毫无意义，这样做只会造成大量的冗余，增加消费者承担的成本。如果一项服务由一家供应商独家提供，功效有所提高，但有不正当的影响和权力滥用的风险，无法转而使用新的输电线、管道或地铁线路的消费者可能会被不讲道德的企业要挟。

互联网上显然存在占有市场支配地位的企业。谷歌占据所有网络搜索流量的90%以上，将近70%活跃在社交媒体上的用户使用脸书，不过这还不足以让这些产品变成通用基础设施。跟断电相比，技术平台出故障时，我们还能活得更久，停用也行（但不能无限期停用）。谷歌搜索引擎偶尔失灵时，用户可以改用其他不太著名的搜索引擎，直到谷歌修复。互联网上走红的企业源源不断，这在基础设施行业里可没有。“我的空间”（MySpace）曾经是出类拔萃的社交媒体平台，后来被脸书打败了。与此相比，我们很少，甚至从未见识到水利或电力行业霸主地位的更替。

即便如此，在互联网上占据支配地位的企业和公用事业企业还是有共同之处的。跟公用事业一样，互联网架构往往是商业和社会的支柱，它们在日常生活中的存在已被视为理所当然。例如，其他企业开始被动依赖谷歌的搜索引擎，员工有什么问题就上谷歌查询。这不是件坏事，网络效应对搜索引擎和社交媒体有利。所谓网络效应，就是使用一种服务的人越多，这种服务的价值就越高。就像公用事业，互联网平台的规模可以为消费者创造巨大的利益，而我们无意阻挠这种公共利益。然而，正如其他的自然垄断[1]企业那样，互联网垄断企业也可能危及消费者。我们必须针对这些潜在危害制定新规则。

所以，充分认识到互联网基础设施同物理基础设施之间存在本质性差异后，我接下来会用“互联网公用事业”来指代同传统公用事业既有相似之处又有差别的对象：“互联网公用事业”是在互联网上占支配地位的一种服务、一个应用程序或平台因其规模庞大而受到公共利益

的影响。对互联网公用事业的监管应当认识到它们在社会和商业中的特殊地位，并强加给用户更高的注意义务标准。这些监管应当体现为法定义务，处罚应当同年利润挂钩，而不是像目前一样，企业违规后还能同监管机构讨价还价，把处罚视作经营成本。

正如我们不会因为电力公司的规模太大而处罚它，我们也不能因为互联网公用事业企业的规模太大就不由分说地加以制裁，而是要看这种规模是否产生了对公众有益的网络效应。换句话说，监管的目的不是拆分规模过大的企业，而是让企业担责。不过，作为保住规模的交换条件，互联网公用事业企业应当采取积极的行动，为最终形成的我们共同拥有的数字公地担任负责任的管理者。它们一定要理解伴随规模而来的固有的公共利益，以及在某些情况下，公共利益必然会取代盈利这一私有利益。同其他公用事业企业一样，它们必须遵守针对软件应用程序的用户所制定的更高的安全标准以及新制定的数字消费者权益规范。这些新拟定的数字消费者权益应当成为通用条款和条件的基础，为技术企业一直未能妥善保护的互联网用户的利益保驾护航。

4.数字公地的公共管理

目前，互联网公用事业企业可以无节制地影响我们的公共话语、社会团结和精神健康。它们这样做要么是有意而为之，要么是因为无能或者渎职，所以必须对它们公开问责，必须建立一个新的数字监管机构，赋予它制裁权，由它负责这个新数字监管框架的执法工作。特别重要的是，这种数字监管机构里一定要有懂行的调查官，授予他们代表公众主动对平台进行技术审计的权利。我们还应当利用基于市场的强化机制，例如要求互联网公用事业企业为数字滥用造成的损害购买保险。如果要求企业购买数据泄露保险，而保额又同该数据的市场价值挂钩的话，就可以形成纠正性的财务压力，企业从而不得不更精心地保护数据。

我们已经看到个人数据的价值，它为社交媒体公司创建了全新的商业模式，收获了巨额利润。脸书等平台坚称它们是“免费”的服务，而且既然消费者不需要付费，那么平台也不可能串通起来反对竞争。

然而，这一论调要求我们接受这么一个前提：用个人数据换得平台使用权不算价值交换。这个前提显然不成立。如今，评估、售卖和许可使用个人数据已经形成产业。当下针对大型技术企业所采取的反垄断措施的缺点在于监管者尚未对消费者的数据进行恰当的估值。

如果我们真的考虑了消费者向平台提供的个人数据的价值，我们就会得出结论：消费者一直以来都遭到了这些平台的盘剥，因为后者并未在个人数据的价值看涨的情况下相应地提高它们为消费者提供的价值。就此而论，消费者以数据形式向这些占支配地位的平台提供的价值高于平台回报给他们的利益。在数据交换中消费者的成本比平台的成本高，这一点或许可以援引美国目前的反垄断法寻求支持。然而，即便如此，用这条标准来衡量消费者是否得到公平合理的待遇仍然过于狭隘。但如果我们创建互联网公用事业这样一个新类别，我们就可以用覆盖面更广的公共利益测试来评估这些企业的运营、发展和并购。

不过，社交媒体和搜索引擎不像公用事业，它们没有重要到不可替代的地步，所以监管还要兼顾该行业的不断演变所带来的益处。我们不希望因为监管而导致当下占支配地位的互联网公用事业企业的地位不可撼动、更新更好的产品无法冒头，但我们也需要摒弃这样一个理念，那就是任何对巨头企业的监管总会这样或那样地妨碍到意欲挑战它们的新生企业。根据这个逻辑，石油行业的安全和环境监管会抑制未来可再生能源的崛起。这可不行。如果我们担心市场演变会受到抑制，那我们可以要求互联网公用事业企业开放它们占支配地位的基础设施，与较小规模的竞争对手共享，从而为消费者提供更好的选择。占支配地位的电信企业已经这样做了，它们允许小电信公司与它们共用通信基础设施。为现有的大企业制定安全和行为标准与不断演进技术并不矛盾。所以，监管应当基于原则，而非基于技术，这样的话，我们就会小心翼翼，不把老旧的技术和过时的商业模式嵌入监管规范。

谢谢，祝各位好运。

注释：

[1]由规模经济和市场规模造成的独家垄断。

致谢

吹哨者常常被定位为单枪匹马挑战巨人歌利亚的大卫，而我从来都不孤独。这一切都是在许多人的通力合作下做到的，从律师到记者，从妹妹到出租车司机——很多人为这个故事做出了重大的贡献。我衷心感谢他们的建议、韧性、耐心和不屈不挠的精神。我要特别感谢这一路上支持过我的所有女性，是女性让这个故事的报道成了可能。

律师们

我首先要感谢我才华横溢的首席律师塔姆辛·艾伦，谢谢你不畏艰险地为我辩护，你是我遇到过的最酷的律师。塔姆辛，你在别人都还不知道我是谁，不知道剑桥分析做过什么的时候就开始帮助我。没有你，我不可能挑战世界上某些最强大的人和企业。赴华盛顿哥伦比亚特区美国众议院情报委员会做证让我对你有了三点新了解。第一，你害怕飞行。第二，除此之外似乎真的没有什么能难倒你。第三，在越洋飞行之后，你忍着时差带来的不适陪我度过了长达五小时神经高度紧张的国会听证会，而且听证会结束后的那天晚上，你在《时代》杂志举办的“全球最具影响力人物”的庆典上跳舞跳得比詹妮弗·洛佩兹还出色。

许多杰出的律师在幕后不知疲倦地工作，保护我，为这本书保驾护航。刘易斯-巴赫-考夫曼-米德尔米斯律师事务所（Lewis Baach Kaufmann Middlemiss PLLC）的亚当·考夫曼、埃里克·刘易斯、塔拉·普洛考克基及我在美国的整个法律团队，谢谢你们勇敢地接下我的案子，毫不费力地处理跨多个司法管辖区的复杂性问题，让我平安历劫。你们的忠告可以让我在一片混乱中保持头脑清醒。在英国，我还得到了塔姆辛同样杰出的同事的支持。他们是宾德曼斯律师事务所的迈克·施瓦茨和萨利马·布达尼，还有一小队来自梅特里克斯律师事务所的出庭律师，包括御用大律师加文·米勒、御用大律师克莱尔·蒙哥

马利、御用大律师海伦·芒特菲尔德、本·西尔弗斯通和御用大律师杰茜卡·希莫尔。西蒙斯·缪尔黑德-伯顿律师事务所（Simons Muirhead ＆Burton LLP）的马丁·索姆斯和埃丽卡·亨谢尔伍德还在我匿名同《卫报》合作时就给了我很大的帮助，他们早期给出的法律意见为事件的后续发展打下了基础。你们都是很棒的律师。多亏了你们的努力，我如今才能平安无事。

吹哨人们

马克·盖特尔森和沙米尔·桑尼，谢谢你们两人做出的重大的个人牺牲，谢谢你们一路与我共患难。你们俩都受到了极其不公的报复，但你们依然选择吹响警哨。马克，从多年前和你第一次相遇到现在，我没有见过几个人有你这般的雄辩、幽默、同理心和才智。沙米尔，谢谢你自始至终和我并肩吹哨，不畏强权，说出真相。我们历经千辛万苦，患难与共。能和你们做朋友，我十分自豪。还有几个希望匿名的吹哨人，谢谢你们的帮助。即使世人不了解你们的贡献，你们也做出了巨大的贡献。

记者们

卡萝尔·卡德瓦拉德，谢谢你相信我的故事，谢谢你相信我。第一次见到你，我就知道你是少有的几个敢把这个故事公之于众，且引起世人瞩目的人之一。你唤醒了世界，撼动了巨人。虽然我把头发染成了粉色，但你才是以笔为枪的人。你不顾另类右翼、私人情报公司和硅谷技术巨头的无情谩骂和威胁，毅然前行。你带我同行，原因只有一个，那就是你愿意为上善献身。对你的新闻工作的所有赞誉都是你应得的。

萨拉·唐纳森和埃玛·格雷厄姆-哈里森，谢谢你们在告知世界这个故事的过程中起到的关键性作用。在很大程度上，正是因为你们和卡萝尔并肩作战，我才有信心宣称没有女性的支持就没有今天的我。

《卫报》和《观察家报》有你们这样的记者真是幸运。当然了，还有保罗·韦伯斯特、约翰·马尔霍兰和吉莉恩·菲利普斯，谢谢你们坚定不移地在亿万富翁、技术巨头、愤怒的白宫官员、情报机构和几乎每天都向你们涌来的威胁面前捍卫这个故事，马修·罗森堡、尼古拉斯·孔费索雷、加布里埃尔·丹斯、丹尼·哈基姆、戴维·柯克帕特里克和《纽约时报》，谢谢你们把这个故事以他人无法企及的方式传播到美国，谢谢你们在向脸书和其他硅谷巨头问责的过程中发挥的重要作用。乔布·拉布金、本·德皮尔和第四频道，谢谢你们敢于冒着巨大的风险做卧底，谢谢你们在别家电视台不愿报道的情况下曝光这个故事。你们拍摄的视频用公司高管亲口说出的令人寒心的言辞向世人揭露了剑桥分析邪恶运作的真实深度。

议员们

英国议员阿利斯泰尔·卡迈克尔，谢谢你多年来坚定不移地充当我的盟友和顾问，谢谢你留我在办公室谈到深夜，谢谢你在压力倍增的日子里培养出我喝苏格兰威士忌的习惯。故事曝光前你对我的帮助堪称无价。你不求回报，为了保护我和其他几个吹哨人承担了个人风险，还贡献了丰富的议会知识。在你的帮助下，我们保全并发表了具有重大公共利益的证据。英国议员达米安·科林斯及数字、文化、媒体和体育委员会的所有成员，感谢你们在向硅谷问责的过程中发出了最强音。你们在调查不实信息和“假新闻”的过程中放下党派成见，精诚协作，把公共利益放在首位，为政界树立了光辉榜样。经过通力合作，你们挑战了硅谷巨头，团结了很多人支持立法。还有，达米安，我这个软心肠的自由派人士以前从没想过自己会说这样的话，但你让我觉得——或许——有的托利党人真的还挺酷的。

无名英雄们

感谢我的父母凯文和琼无条件的爱、鼓励和智慧。感谢我的两个妹妹杰米和劳伦在我毫无头绪的时候放下手头的一切来帮我，缓解我

的压力，在我的冰箱里塞满食物。还要感谢所有其他帮助我发现线索、讲出故事的人。我要特别感谢施特拉斯布格尔勋爵（他偷偷地在暗中帮助我，价值无可估量）、彼得·朱克斯（鼓励我，并在新闻发布会上做了精彩主持）、马克·西尔弗（精彩的影片和长达几小时给我灵感的谈话）、杰斯·瑟奇（明智的建议，呵护我的性取向）、凯尔·泰勒（充满激情的宣传）、伊丽莎白·德纳姆、迈克尔·麦克沃伊和英国信息专员办公室的全体成员（让大家关注数据权利）、美国众议员亚当·希夫和众议院情报委员会（做了大量幕后工作）、格伦·辛普森和Fusion GPS（精彩的调查工作）、肯·斯特拉斯玛（激发我对数据的兴趣）、基思·马丁博士（培养我的独立精神）、杰夫·西尔韦斯特（我年少时的导师，虽然后事难料）、汤姆·布鲁克斯（自始至终的支持）、戴维·卡罗尔和保罗-奥利维尔·德艾（坚持捍卫我们的数据权利）、埃玛·布赖恩特博士（揭露关键证据）、哈里·戴维斯、安·马洛和温迪·西格尔曼（早期的调查工作）、我学术上的前导师卡罗琳·梅尔（审阅这本书，还教了我很多心理学、数据和文化方面的知识），以及肖莎娜·祖博夫教授（她的监视资本主义研究帮我提炼了许多观点）。或许最重要的是，我要感谢数十万转发这个故事、打电话给他们的议员、走上街头游行示威、举着标语牌、给我发来鼓励信息的人——这一路有这么多我从没见过的人热情高涨地支持我。

本书

最后，我要感谢本书的两名共同作者，莉萨·迪基和加雷思·库克，我的编辑、兰登书屋的马克·沃伦，我的文学经纪人、威廉·莫里斯奋进娱乐公司（William Morris Endeavor）的杰伊·曼德尔和珍妮弗·鲁道夫·沃尔什，为本书核查事实的凯尔西·库达克，还有我的娱乐法律师贾里德·布洛克。你们引导我写完我的第一本书，敦促我落笔成文，帮助我提炼故事的精华，给手稿去芜存菁。



文字小讲

许进雄 著

“2016年中国好书”

知名文字学家写给年轻人的文字启蒙书
从汉字演变看中国千年文化

湖南文艺出版社

版权信息

书名：文字小讲
作者：许进雄
出版社：湖南文艺出版社
出版日期：2021-11-01
ISBN：9787572603914

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

出版说明
自序
〇〇一 缘起
〇〇二 文，文身
〇〇三 字，命名仪式
〇〇四 小、大，抽象观念
〇〇五 讲，讲解
〇〇六 文字体系形成的时代（一）
〇〇七 文字体系形成的时代（二）
〇〇八 文字体系形成的时代（三）
〇〇九 微，眼瞎
〇一〇 霜，冻寒（雨，下雨。相，检验。）
〇一一 衣，身份
〇一二 初，裁制
〇一三 熏，薰香
〇一四 光，照明
〇一五 建、德，道路的修建
〇一六 带，携带工具
〇一七 兴，肩舆
〇一八 厘，丰收的幸福
〇一九 吉，吉祥如意
〇二〇 庆，福禄康寿
〇二一 平安，寿老终命
〇二二 戈，跳舞的道具
〇二三 牛，任劳任怨
〇二四 祖，繁殖的根源
〇二五 匕妣，象征妇女
〇二六 父，男子之职
〇二七 母，妇女形象

〇二八 男女，职业分工
〇二九 龙，象征君王
〇三〇 专，纺织技术
〇三一 帝，天帝形象
〇三二 皇，辉煌羽帽
〇三三 王，领导作战
〇三四 凤，象征高贵女性
〇三五 尹君，文官政治
〇三六 嘉，生育男孩
〇三七 好，生育男孩
〇三八 舟，木板拼装之船
〇三九 肙，蚊子幼虫
〇四〇 黑，犯罪记录
〇四一 白，大拇指
〇四二 走，快步走路
〇四三 鬼，神灵的扮相
〇四四 先，赤脚干什么？
〇四五 鼎，八千年烧食器
〇四六 后，限制行动
〇四七 楼，多层建筑
〇四八 舞，祈降甘霖
〇四九 卿，宴飨礼节
〇五〇 黹，刺绣花边
〇五一 昔，水灾已成往事
〇五二 濒，犹疑而皱眉头
〇五三 蔑，精神沮丧
〇五四 季，最后序列
〇五五 农、晨，清早的除草工作
〇五六 旁，犁壁推土到两旁
〇五七 留，灌溉沟渠
〇五八 造，造船厂
〇五九 虹，双首大虫，吉祥象征
〇六〇 咸，仪仗队伍，喊口号整齐划一
〇六一 誖，队伍凌乱
〇六二 中，旗号发令
〇六三 疾，赶快就医

○六四 梦，神的启示
○六五 葬，睡在棺中床上
○六六 尸，祖先蹲坐的形象
○六七 市，市场标识
○六八 虎，幼儿保护神
○六九 戏，斗虎表演
○七○ 美，高耸羽毛头饰
○七一 改，驱邪改运
○七二 龙，降雨灵兽
○七三 木，木材的利用
○七四 陶，盛水的大用
○七五 金，金属的利用
○七六 雝（雍），休闲家居
○七七 害，破坏型范
○七八 殷，作乐殷盛
○七九 乐，弦乐定音
○八○ 盗，偷尝美食
○八一 车，地位象征
○八二 登，优雅上车
○八三 来，外来谷物
○八四 去，排除废物
○八五 执，捕捉罪犯
○八六 讯，审问战俘
○八七 臧，善良男仆
○八八 馘，砍杀敌酋
○八九 夏，舞蹈祈雨
○九○ 秋，烧烤蝗虫
○九一 兕，有用之累
○九二 各、出，进出睡窝
○九三 高，高耸房屋
○九四 牧，饲养牛羊
○九五 敦，炖煮稀烂
○九六 孝，有孙承欢
○九七 蝉，躯体换新重生
○九八 马，因何驯养？
○九九 车，移动高台

一〇〇 御，禳灾与驾车
一〇一 岁，活动的征兆
一〇二 夫妻，共同承担家计
一〇三 皇，是梯？是山？
一〇四 监，水盆照容
一〇五 贝，古代货币
一〇六 田，农地与田猎
一〇七 归，回娘家
一〇八 目，神情的表现
一〇九 为，驯象工作
一一〇 自，嗅觉器官
一一一 耳，听取音讯
一一二 口，吃饭说话
一一三 身，可以装胎儿
一一四 我，仪仗武器
一一五 冃（帽），男孩老虎帽
一一六 佩，腰带的垂饰
一一七 屯，包裹厚重
一一八 止，走路脚步
一一九 又，右手，制作器物
一二〇 廾，双手操作
一二一 攴，单手持棍棒
一二二 殳，手持特殊工具
一二三 散，分离使散
一二四 鬲，烧饭容器
一二五 耤，踏犁耕田
一二六 渔，捕鱼方法
一二七 禽，活捉野兽的猎网
一二八 兽，网与犬为狩猎工具
一二九 尞，积柴焚烧
一三〇 东，囊袋，借为东方
一三一 陈，沙袋防御工事
一三二 重量，以囊袋计量
一三三 西，编织篮筐？

出版说明

文字是人类文明发展到一定阶段的产物，是人类基于社会交际和信息表达的需要而创造的。文字的使用不仅便利了信息的传播与留存，更促进了语言的发展与文化的进步，使人类从原始状态进入有史的文明时代。

作为世界上的古老文字之一，中国的文字有着数千年的发展和演变历史，承载了丰富的文化内涵。了解中国文字的起源、形成、演化过程，对于了解中华民族的形成和发展，把握中国社会文化变迁，传承与弘扬中华文化，探求语言文字的发展进化等，都有重要意义。为此，众多汉语言学家、甲骨文学家、文字学家孜孜以求，以严谨、科学的态度对中国文字进行深入研究和考证。许进雄先生就是其中一位。

许先生是著名文字学家、甲骨文权威学者，专精于甲骨文研究，曾受聘于加拿大多伦多皇家安大略博物馆，发现以甲骨钻凿形态为标准的断代法，被安阳博物馆甲骨展厅评为对甲骨学有重大贡献的二十五名学者之一，著有《简明中国文字学》《文物小讲》《中国古代社会》等专业论著。

《文字小讲》一书，集结了许先生在“文字小讲”网站发表的一百多篇短小精悍的文章，每篇文章自成单元，以一字或两字为重点讨论对象，对中国文字的造字创意、产生缘由、字形和字义的演化讹变等做通俗易懂的讲解，不仅让读者了解中国文字的前世今生，还为读者展现文字背后的社会、政治、文化、制度、世人生活、地域风俗等发展进步的历史图景。

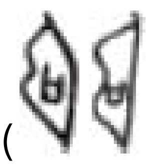
同时，作者还结合文章内容，提供了大量珍贵的文物图片，包括实物图、拓印图、原貌复原图等，以及部分具有参考价值的知识拓展性图片，不仅增加阅读的趣味性，也让读者开拓视野，增长知识。

我们此次出版的版本，是以台湾商务印书馆出版的原版为底本，在最大限度地保留原版内容的基础上，对全书做了较为细致、严谨的修订，使古籍引文、甲骨卜辞等资料信息更加可靠、准确。由于本书原稿为作者的博客文章，前后持续更新历时数年，作者记忆难免出现偏差，因此书中少量章节的内容存在重复之处。为了尽可能保持文章原貌，我们并未对重复的内容进行删减。对于少量重复且与文章内容相关的图片，我们亦予以保留。此外，为了方便读者阅读，我们还根据现代汉语规范对一些生僻字做了注音。

由于时间仓促，编者能力有限，书中难免存在错漏之处，还望读者不吝赐教。

编者

自序

我的朋友赖永松，二〇〇八年在PChome的报台开辟了一个部落格，名为“一日一言”，用像是新诗的短句，抒发令人深思的人生经验与哲理。另一个朋友杨风更经营四个部落格，发表不同领域的作品，也勤于创作油画。朋友们每周一次在杨风的住处聚会聊天，顺便欣赏他的画作。有一天我做了一个梦，梦到赖永松拿来一堆打算出版的文稿要我写序。其文稿图文并茂，显然是我把对赖兄的文章与杨兄的画作的印象合而为一，在梦中显现。我记得我用甲骨文的“强”字来评论赖兄的文章。甲骨文的“强”字由弓与口组成（），强调反弹力强的弓难于拉满，只能拉成像嘴巴的样子。就如同赖兄的文章虽短，却句句有力道，有哲理，令人回味无穷。第二天我把梦境的内容在他的部落格上留言，他的读者竟然就纷纷问起我有关中国文字的问题。借用赖兄的部落格回答了几次以后，网友就建议我干脆也开辟一个部落格讲说有关中国文字的内容。杨兄也鼓励我设立，并答应为我设计版面，上传文章。本来我打算把部落格的站名叫“文字小讲”，因为我出版过一本有关中国文物的小书，在大陆出版时被改名为《文物小讲》。没有想到当我把写好的文章寄给他，请他上传时，杨兄已然替我注册为“殷墟书卷”，并把台主的名字定为“殷墟剑客”，也介绍我为：

> 一个右手持剑，左手拿着古文物，口衔甲骨文的游子，从加拿大枫树林里的博物馆归来……

第一篇文章于十一月十日刊登了。杨兄不但催生我的部落格，也介绍他的网友来捧场，所以很快就热闹起来，每篇都有不少的留言，我也忙着应答。开始的时候大致一个星期发表一篇，有时也接受网友的建议，介绍他们想了解的字。但二〇一二年时，我因为家里有些状况，不能不回加拿大处理，再也没有时间与心情为部落格撰写文章，起先是速度缓慢下来，终于完全停笔了。

这些网络文章是针对大众所写，不是学术性的，所以我想尽量写得轻松、简易而有趣。不过，每一篇也都费了我不少的心思与构想，写作的态度也是严谨的，有学术根据的。文章所讲的内容，大部分是取材自我出版过的几本著作，但也有些未发表的新说。我本来随兴而写，并没有出版的企图。停刊后，有网友几次劝我发表它，而我也想，如果有出版社愿意给予出版，何乐而不为！于是寄给台湾商务印书馆的编辑部，不想立刻就得到接受的回复。

在部落格发表时，为了增加美感，每篇文章都附有一张文物的照片。有些器物是与讨论的内容有关的，就给予保留。至于和内容完全无关的，就删掉以减少篇幅。文字也多少做了些修改，使前后的风格趋于一致。盼望此纸本形式的出版可以让没有网络的人也读到。至于内容，当然希望读者不吝指教，或许以后还有可以改进的机会。最后，要感谢我的书法家朋友薛平南教授为此书题字，增光良多。

许进雄

二〇一三年七月二十日于台北旅居

〇〇一 缘起



不久前做了个梦，清楚地记忆，用甲骨文的“强”字，形容朋友的散文及短诗简短有力，因此把梦境记载下来，贴到这位朋友的网站，不想引来好几个回应，说中国文字很有趣。在我做了几次回应后，有几位网友建议我开个有关文字的网站，甚至热心地帮我取名字，答应帮我设计版页，以及解决建构网站的一些技术性问题。作为教授文字学的老师，当然希望更多的人会对中国文字的创意有兴趣，因此接受他们的好意，打算开始经营这个网站。只是我年纪已大，打字的速度不快，进度一定很慢。如果读者觉得中国文字有趣，想早一点了解更多的内容，可以先请参考我的四种著作：

1.《简明中国文字学》（北京：中华书局，2009.02）；

2.《中华古文物导览》（台北："国家出版社"，2006.07）或《文物小讲》（北京：中国人民大学出版社，2008.01）；

3.《中国古代社会》（修订版）（台北：台湾商务印书馆，2013；北京：中国人民大学出版社，2008）；

4.《古文谐声字根》（台北：台湾商务印书馆，1995.09）。

〇〇二

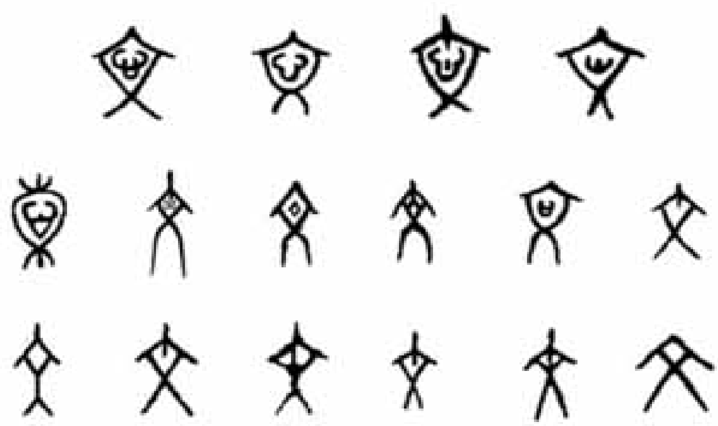
文，文身

文：『一人的胸上刺有花纹之状，古代丧葬的美化仪式。』

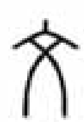
商甲骨文



两周金文



秦小篆

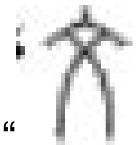


s

现代楷书

文

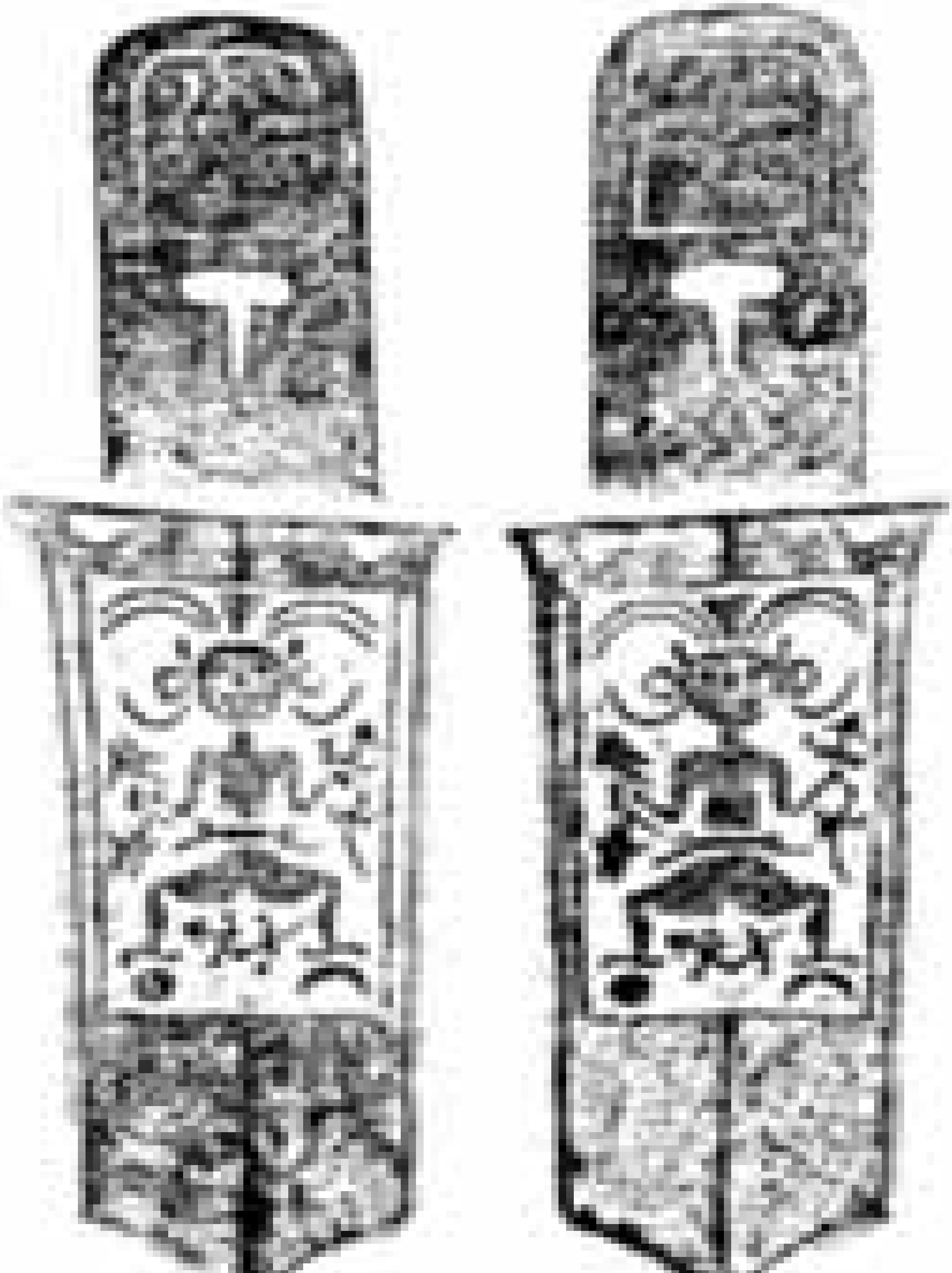
首先来逐一解释网站的名称“文字小讲”的各字。[1]

东汉许慎的《说文解字》对“文”的解释：“，错画也。象交文。凡文之属皆从文。”说它是交错的笔画，实是没有真正掌握到“文”的创意重点。从较早期的商、周时代的字形看，“文”原来是作一个人的胸上有各种形状的花纹状。有时候因字形太小，不便把花纹给画出来，就省略了花纹，以致被误会是交错的画线。到了西周时代，胸上交错的花纹常画成心形，后世不认识，误认为“宁”字，故周的文王被误写为宁王，前文人被误写为前宁人，如《尚书·大诰》“宁王遗我大宝龟”“天亦惟休于前宁人”等。更进而解释，宁王为安天下之王，宁武为抚安武事，前宁人为前文王安人之道。

为什么要在胸膛上刺画花纹呢？源流甚长，以后再解释。刺纹是古代葬仪的一种形式，用刀在尸体胸上刺画，让血液流出来，代表放血出魂，以便前往投生的观念。它被用于赞美施行过释放灵魂仪式的高贵死者，如金文铭文所常见的前文人、文父、文母、文祖、文妣、文报等等。“文”在商、周时代的典籍中从不使用于形容活着的人，后来才引申至有文采的事物，如文才、文章、文学等。许慎所处的东汉时代，“文”的字形已起了极大的变化，难于看出它源自人的形体，以及真正的刺纹创意，因而以为创意是与笔画的交错形构有关系。

在胸上刻刺花纹以表示死亡的仪式可能还产生了一个历史上的误解。周朝的祖先古公亶父，有意让第三子季历继承其权位，但是碍于有传位给长子的传统，心中郁郁不乐。此心事为长子太伯和次子仲雍得知。两人为了成全父亲的愿望，《史记·吴太伯世家》记载：“于是太伯、仲雍二人乃奔荆蛮，文身断发，示不可用，以避季历。”一般解释，以为吴、越二国是有文身的民族，太伯与仲雍入境随俗，也断发文身成为野蛮人，所以不能回国继承权位。这种解释并不很合理。二人只要留上头发，穿上衣服，一点异样也没有，何至于不能再当文明人，继承权位呢？再者，先秦文献讲到中国境内有文身的民族竟只有吴国和越国，哪有这么巧的事，两兄弟不约而同，分别投奔域内两个仅有的文身习俗的地区？猜想太伯与仲雍之所以文身，是要以周人死亡仪式来象征自己已不在人间，要周人不必再等待他们而立即拥戴季

历即位。因为二人分别对吴、越有教化之功，吴、越人民为了表示尊崇，也仿效他们在胸上刺纹，以至后来成为吴、越两地的特殊风俗。



图一

湖北荆门出土的“大武开兵”铭战国舞戈。巫师身上刺有鱼鳞纹，是表达神灵的身份吗？



图二

局部放大

注释

[1]为帮助了解对于各字创意的解说，本书附有如第三页的甲骨文以来字形演变的简要示例图栏。第一栏为商代的文字，绝大多数取自甲骨卜辞，少量商代铜器上的字形暂纳入下一栏。字形主要取自黄沛荣先生根据《甲骨文编》所开发的电脑字形。第二栏为两周文字，主要取自金文，来自黄沛荣先生根据《金文编》所开发的电脑字形，其他载体的字形暂不列示。第三栏为《说文》所收，代表秦朝文字的小篆，例子取自网络上根据中华书局一九六三年影印宋本《说文》的小篆字体。字形之旁加注的英文字母，s代表小篆字形，z代表籀（zhòu）文，k代表古文，h代表其他书体。没有注明的则为《说文》没有清楚说明的。第四栏乃今日通行的字体，以及对创意的简要解说。为节省篇幅，以后不再对各栏字形的时代加以注明。

字，命名仪式

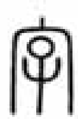
字：『于建筑物内对小孩行命名仪式。』

商甲骨文

两周金文

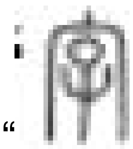


秦小篆


s

现代楷书

字

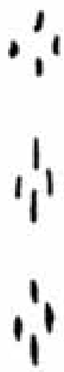
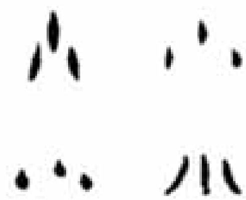
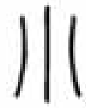
《说文解字》的解释：“，乳也。”“字”的意义和建筑物无关，所以不是形声字。此字的字形，自周初以来就固定了，作建筑物中有个男孩之状。创意大致是在庙内或屋中给予小孩命名。因为古代婴儿多夭折，要等经过了相当长的一段时间，确定婴儿可生存下来之后，才在庙内或家里举行仪式，介绍给祖先并给予命名，正式成为家族的成员。此段等待命名的时间，中国古代一般的习俗，根据《礼记·内则》的记载，在孩子生下来之后的第三个月末期，选择一个吉日，修剪孩子的头发，然后父亲拿着孩子的右手对之命名。这是为了确定孩子能够生存，否则命名就成为多余的了。根据考古报告，河南新郑裴李岗的八千年前墓葬，八十人中，最年长者为四十一岁，只二人。二岁以前死亡的则有三十六人。其他民族的命名仪式，或有等待数年之久的。中国以前还有个习俗，有钱的人家，会敦请一位有学问的人，写一篇短文说明孩子取名的意义以及家人的期望。这种文体叫“字说”，现在已不流行了。

“字”因与古代命名的礼仪有关，孩子命名与给予事物名称的方式相类，作用相同，后来才与“文”复合而成“文字”的词语，以指称典雅的记录符号。从创意看，“字”才是“文字”一词的主体，“文”则是“字”的形容，强调其为文雅的辞章，非鄙俗的口语。许慎《说文·叙》：“仓颉之初作书，盖依类象形，故谓之文。其后形声相益，即谓之字。文者，物象之本。字者，言孳（zī）乳而浸多也。”意思是说，“文”是最早出现的表意符号，“字”是自基本字形的“文”派生的复体结构。从以上的分析，可以看出许慎把“文字”主客易位，把“文”当作名词，且成为基本字形的指称。

〇〇四

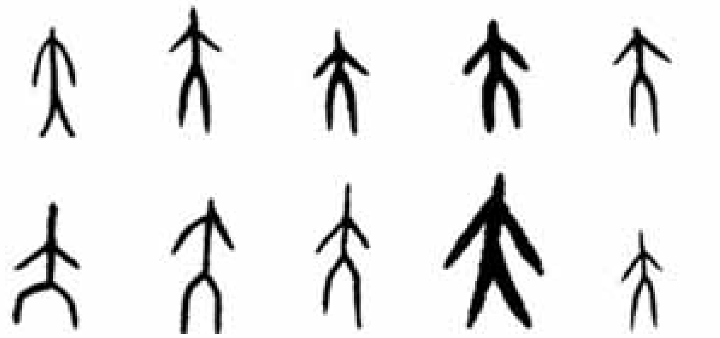
小、大，抽象观念

小：『以三或四小点表示其物体积之小或少的概念。』

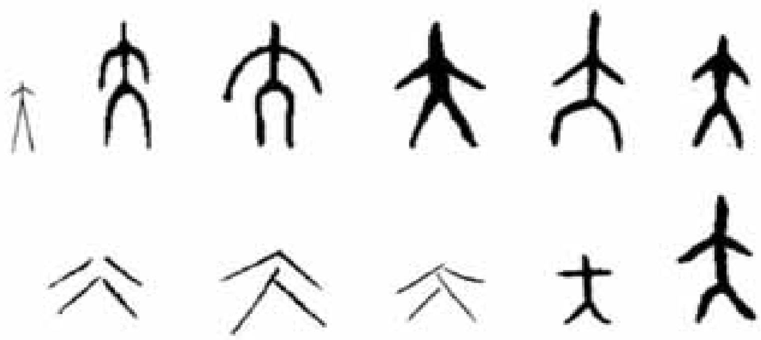
	小	少
商甲骨文		
两周金文		
秦小篆	 s	 s
现代楷书	小	少

大：『以大人的形体表示大的概念。』

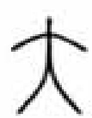
商甲骨文



两周金文



秦小篆



s

现代楷书

大

《说文解字》的说解：“，物之微也。”“，不多也。”文字的创造，抽象的意义最为困难，因为没有形象可以描写。古代的人就想到利用相关事物的特征、功能等去创造。小和大是相对的概念，是相互比较之后的结论。但是在创造这个意义的时候，不能够随意画两件大小不一的东西，因为人们想到的可能是别一层的关系。古人造字所常用的方式是利用某件器物在人心中的一般性概念。人们所常见到的细小东西是沙粒，因此就画几点小沙粒以表达细小的意思。细小的点容易被忽视，因此后来就把笔画拉长了。细小的东西容量少，所以甲骨文的“小”字也可以写成四小点，后来为了明确各自的意义，才规定以三小点为“小”，四小点为“少”，加以区别。

那么如何表现大的概念呢？《说文解字》的说解：“，天大，地大，人亦大焉。象人形。”

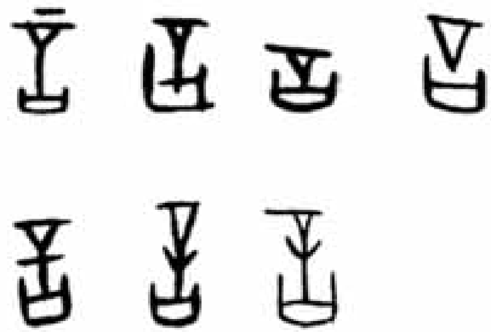
在社会中，和人的生活最为关切的事物就是人类自己。于是想到，小孩子的身躯比较小，成人的身躯比较大，所以就以成年人正面的形象去表达大的概念。许慎“象人形”的解释可以修改为，像成人身体较大的形象。是表意字，不是象形字。

〇〇五

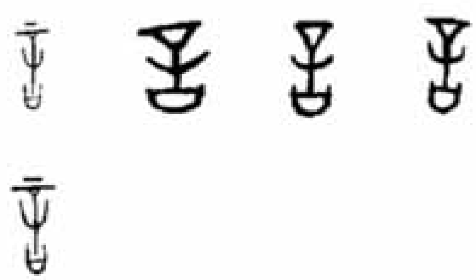
讲，讲解

言：『长管乐器形，用以宣告。』

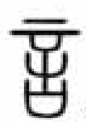
商甲骨文



两周金文



秦小篆



s

现代楷书

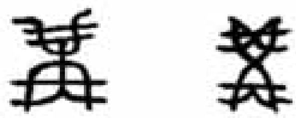
言

冓：『两木构件以绳索捆缚的相互交接之状。』

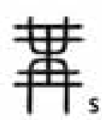
商甲骨文



两周金文



秦小篆

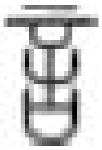
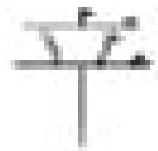
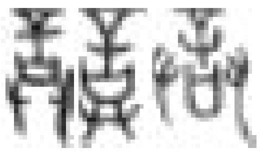
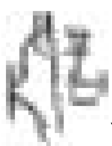


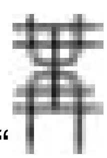
现代楷书

冓

《说文解字》对“讲”[1]字的解释是“和解也”。清代段玉裁注解：“不合者调龢之，纷纠者解释之，是曰讲。”“讲”是个形声字，由表达意义的“言”与标明声读的“冓”组成。形声字一般有三个条件：（1）至少由两部分组成，其中至少有一个是声符。（2）形声字与其所谐的声符，两者的韵母必须同属一大类外，两者的声母也要同属一大类。（3）如有意符，所代表的意义也要与形声字的意义是同类的事物。“讲”字作为形声字完全符合这些条件。

甲骨文还见不到“讲”字。以下分别介绍“言”与“冓”。

《说文解字》：“，直言曰言，论难曰语。从口，声。”从甲骨文的字形看，“言”是一个独体的象形字。从金文“诰”字作双手捧着一把言之状（），“诰”是政府所做的公告，因为政府在做宣告之前要以喇叭召集群众，推断“言”是个长管乐器的形状，下头的口是吹口，上头的三角形是音管。后来字形演变失真，以致许慎看不出真相来。又从“寻”字的意义是八尺，甲骨文字形作伸张双手丈量一把喇叭之状（），知此管乐的长度是八尺。管乐的音管长，才能把声音传送到远方。政府希望远方的人民都能听到号召的信号而前来聆听政策的宣告。

《说文解字》：“，交积材也。象对交之形。”许慎对于“冓”字创意的解说非常正确。这是以古代建筑的技术来造字的。比较复杂的住屋都要有梁与柱的结构，木结构交接的地方，华南或使用较先进的榫与卯的套合，华北则只见捆绑的方式。那是将木头的端部稍微削尖，用绳子捆缚牢固后，再涂上泥巴固定。甲骨文正表现两根削尖的木头用绳索捆缚之状。所以“冓”字的重点是两个东西的交会。

越是进步的社会，需要记录的事情越多，很难给每一个意思都造一个字去表达。因此想出了两个办法以解决使用上的困难，一是引申，一是假借。引申的方法是扩充一个字的意思。如果某些概念之间可以找到共通的特性，或是其意义有先后层次发展的关系，不妨使用一字去表达众多的意义。后来为了要分别本义与其扩充的意义，并确定各自的字形，有些字就在字源上分别加上水、火、木、人、衣、心、口、言、手、页、彳等不同意义的类属，就成了不同字形的形声字。如“冓”字的重点是两者相会，可以用来表达两人的相遇、男女的交配、沟渠的相通，后来就分别衍生成“遘”“媾”“沟”[2]等形声字。“讲”以“冓”为声符，但也表达语言的交会，一边是讲，一边是听。

注释

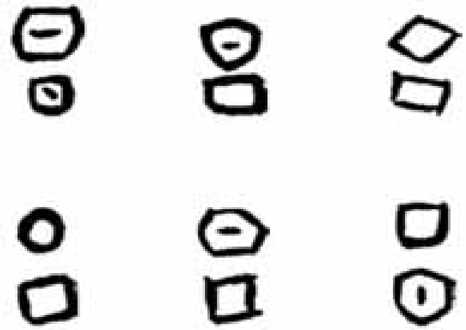
[1]“讲”的繁体字为“講”。——编者注

[2]“沟”的繁体字为“溝”。——编者注

文字体系形成的时代（一）

旦：『太阳将跳出海面的早晨景象。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

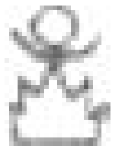
旦

世界上各古老文化，其文字的创造、应用的方法、发展的途径，规律都是一致的。往往都是先标出记录内容的主要关键部分，然后才发展成有文法的完整语句。初期的文字以代表具体的事物的表形期为主，渐次进入指示概念、诉诸思考的表意期，最后因需求量太多，不胜造字之繁杂，才发展以音标表达意义为主的表音期。晚商的甲骨文，形声字已占有可识字的二成，说明已是相当成熟的文字系统，必是经过了长时间的发展。

在好些属于母系社会，六千多年前的仰韶文化遗址里，发现了刻画各种不同记号（如图一）的陶器。这些记号几乎都刻画在相同的部位，陶钵的外口缘上容易见到的位置。这充分说明它们不是任意刻画，而是具有某种作用的。好多学者相信这些记号已具有文字的作用。

但是这些记号不但没有语言系统所必要的序列，其形态也和以象形、表意为主要基础的中国古代汉字，亦即商代的甲骨文和周代的金文，显然不是从同一系统发展起来的。个人或社区所拥有的器物、财宝应该是早期社会文字记载的最重要内容。这些内容在早期的文字中，主要是以描写具体物象的象形形式表现的。但是这些陶器上的符号都是抽象的记号，不见有明确不误的具体物象的描绘，反映它们尚不能记录事件而成为文字的体系。

比较可靠的征兆见于山东莒县陵阳河的大汶口文化晚期陶器上的刻画符号，时代约是公元前二千五百到二千年。在墓葬中，妇女居从属地位，已属父权确立的时代。其形象，如有柄的石斧、石锛、羽帽等，与甲骨文、金文的字形有一脉相承的关系，即都具有图绘物体具体形象的性质。在一些商代晚期、西周初期的铜器上，往往铸有比甲骨文字形看起来更为原始、更为接近图像的所谓族徽文字。学者们一般相信，这些作为族徽的图形保存了比日常使用的文字更为古老的字形传统。这种非常接近图像的性格正是大汶口晚期陶文的特点所在。

其中有一形（）更具有重要的意义（图二）。它可能是“旦”字的早期字形，象太阳上升到有云的山上之意。甲骨文及金文的“旦”字可能表现太阳即将跳离海面的大清早景象。古人多居住于山丘水涯，每每以所居之山丘或河流自名其氏族，以表示居处的自然环境。此记号可以分析为从山，旦声。它用来表示居于山区的旦族，以别于居住于平地者。以象形的符号作为氏族名字或人名，就与随意、即兴地刻画图像具有很不同的意义。

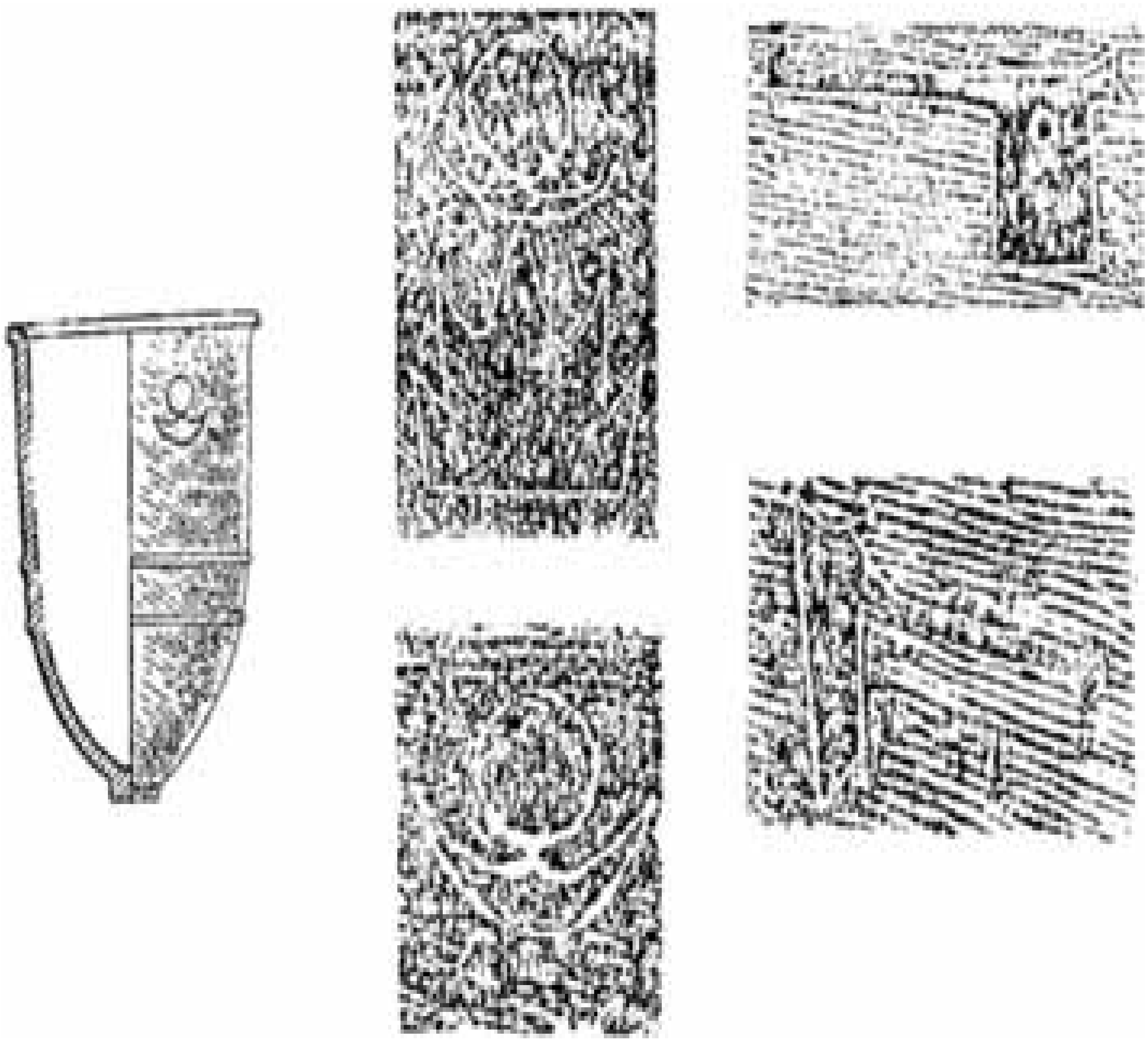
当这个图形被选择作为代表特定的部族或个人时，所有熟悉该部族或个人的人，就比较可能通过这个环节，牢牢地把其图形与同一音读、同一意义结合起来。这种读音、意义、图形三者的密切结合，就具备了文字的基本条件。因此把图形符号作为氏族的代表，往往是有定法的文字体系产生的一个重要途径。

从造字法的观点看，这个图形由两个或三个图像组合而成，显然已不是原始的象形字，应是第二类表达抽象意义的表意字，或甚至是第三类，最进步的标出音读的形声字了。以大汶口的陶文为汉字的雏形，甲骨文的前驱，要较之以西安半坡仰韶文化一类的纯记号刻画为中国文字之始，较平实而可靠得多。



图一

仰韶文化遗址陶器上所刻画的记号



图二

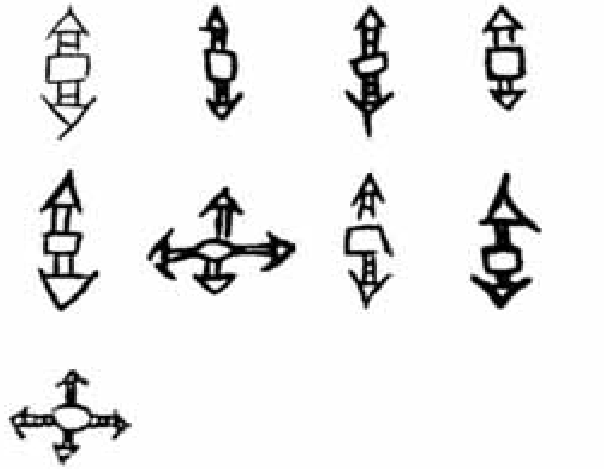
可能是“旦”字的早期字形

〇〇七

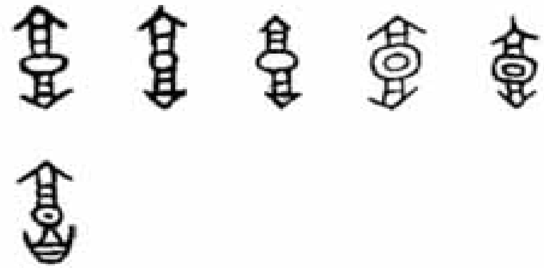
文字体系形成的时代（二）

郭、墉：「四面有看楼的城墙建筑。」

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

墉、郭

也可以从字的创意观点来检讨。商代的甲骨卜辞是用刀刻在龟甲或牛肩胛骨上的。由于刻刀不便刻画曲线，所以常把圆形的刻成方形或多角形，作圆形的必是较早、较原始的写法而更近于写实。甲骨文有“郭”字，作一座四个方向都有看楼的城墙之状。甲骨由于用刀刻不便画圆，城周大都作方形，但也有作圆形者，后来也省略了左右两个方向的看楼。

关于城周的形状，目前所发现最早的城墙建筑要推河南郑州北郊西山遗址，兴建于仰韶庙底沟类型的时代，而废弃于秦王寨类型的时代，年代约在五千三百年前至四千八百年前之间。其平面略呈圆形，与甲骨文所描写的形象一致。但是较大量的早期城墙都建于龙山文化的晚期，诸如山东章丘城子崖、河南登封王城岗、淮阳平粮台等，其平面都作方形。就发展的程序讲，圆形的建筑一般要早于矩形的。如圆形的穴居要早于矩形的地面建筑。经常移动的游牧民族也喜欢采取较省力的圆形形式，而定居的农耕民族就多采用矩形的形式。甲骨文因刀刻不便画圆的缘故，大都把圆形的东西刻成矩形。因此甲骨文的城郭字既然以圆形的形状表示，就表示创造文字者所见的城周是圆的。虽然商代已不见圆形轮廓的城址，字形却保留了古代所见的正确形象。因此其创造文字的时代应是方形城周的时代之前，即其年代至迟不晚于修建矩形城墙的龙山文化晚期。龙山文化晚期的下限是公元前二千年，与上一节根据大汶口的图形符号的推论是一致的。所以商代的文字有些承继自公元前二千年以前已有的文字应不是好高骛远的论调。

酒：『窄口酒罐以及溅出的酒滴形。』

商甲骨文



两周金文

秦小篆

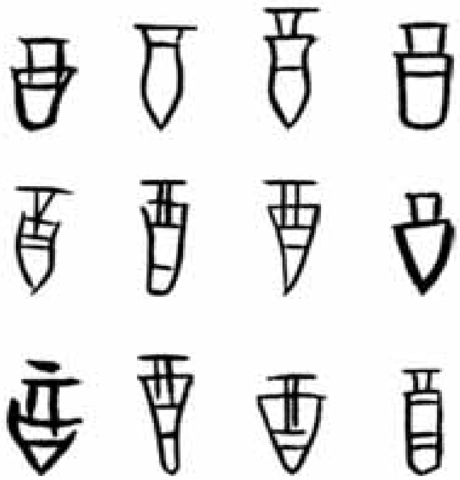


现代楷书

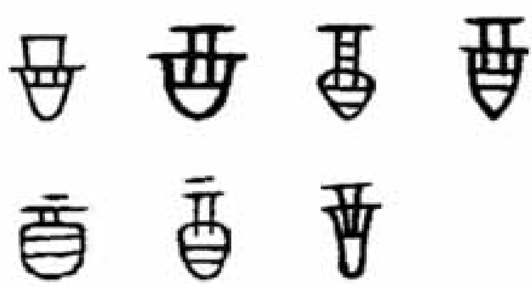
酒

酉：『象形，窄口细长身的尖底酒罐。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

酉

讨论中国文字体系的年代问题，也可以借重古人使用的器物。甲骨文的“酒”字，作装酒的容器以及溅出的酒滴形。描写的容器是窄口、细身、尖底的酒罐形状。但是商、周遗址出土的文物，装酒的容器都是平底的。为什么文字表现的情况和实际的形状有所不同呢？可能的答案是甲骨文承继了古代的字形，忠实地反映更早时代的器形。

一般以酒器始见的时代而认为中国在龙山时代开始酿酒。“酒”字所描写的器形大致与六千多年前的仰韶文化，高四五十厘米的窄口尖底瓶形状相同。腹部的两个半圆纽是到了五千多年前消失的。一般认为仰韶的窄口尖底瓶是盛水器，不是酒器。但是在加拿大皇家安大略博物馆展示的西洋酒文化特展的文物中，笔者赫然发现古代从欧洲运到北非的葡萄酒，盛装的容器竟然是和仰韶文化西王村类型的尖底陶器（图一）绝似。口窄小的功能是为了防止液体外泄，细长的身体是便利人们或家畜背负，尖底是为便利拿在手中倾倒出来。为此便利，尖底有时做成短柄的形状，有如甲骨文的“稻”字，装米的罐子底下常作长柄状（）。稻米是华南的产品，运往华北时只取米粒而装在罐中以减轻运费。大概也以牲畜载运，一如欧洲的葡萄酒，故采用瘦高的罐子，充分利用载运的空间。长柄则是为了方便以手持拿，倾倒分装入其他的容器。这种尖底陶器在庙底沟以后的文化遗址中不见或很少见，可能与水井的开凿普遍有关。在较早期的年代，水要从远地的河流运搬回家，故水瓶腹部附加两个圆纽以便系绳背负。后来有了牛马家畜，可以由之背负而不必有纽系绳，一如游牧民族的辽、金时代，制有装运酒的超过半米高，方便以马负载的窄长陶罐。往后人们在住家附近凿井，就不用从远地运来，故也不再需要这种造型的运水容器了。商代有牛车，可能就不再使用尖底陶罐运送水酒，故也见不到这种样子的陶器。商代的“酒”字，既然描绘的是庙底沟文化类型以前的造型，则和城郭的圆形轮廓一样，应是四千二百年前就有的事实。



图一

仰韶文化西王村类型的尖底陶器

〇〇九

微，眼睛

微：『打杀眼睛或病危体弱的老人，古代丧俗。』

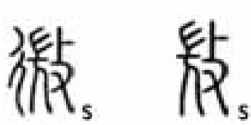
商甲骨文



两周金文

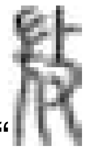
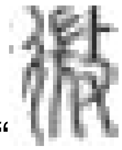
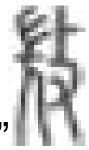


秦小篆



现代楷书

微

《说文解字》解释：“，眇也。”“，隐行也。”的甲骨文字形，明显表现手持利器自背后攻击长发人之状。它的意义竟然是眼睛瞎了。可见被杀的人是眼睛瞎了的。那是古代常见的行为，才容易被人领会眼睛瞎了的意义。至于“微”的“隐行”意义，可能来自击杀老人虽是社会的常态，毕竟不忍展示于众人之前，故于暗中行事。众人见不到老人，都知道发生了什么事，但没有人会去追究。

老人头盖骨被人为的利器所击坏的例子，常见于中外的旧石器遗址。很多学者以为，几十万年以前的社会不会为了经济的原因杀人，击破头盖骨是为了吃食其脑浆以增加个人的魔力。其实这种意见是有问题的。有七千多年的广西桂林甑皮岩遗址发现了十四个头骨。其中四具的头骨发现有明显的人为利器所劈削或刺穿的致命伤痕。其年龄都在五十岁以上。其他人的头骨就没有这种现象。在那个时代，五十岁已经算是很老了。这几个甑皮岩老人显然都是因为年老或体弱多病，难以照顾自己的生活，由子孙执行再生的仪式。上古的人生产水平低，经常粮食匮乏。尤其是当疾病流行或部族迁徙频繁时，病弱的老人往往建议把自己杀了让同胞吃，解除一些饥饿的危机。对那些老人来说，那是对族人一种有贡献的解脱，要比病死而腐朽于地下心安得多。被杀的人没有感伤，执行的人一点也不觉得有罪恶感。

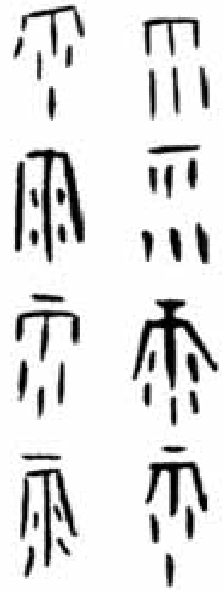
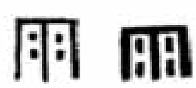
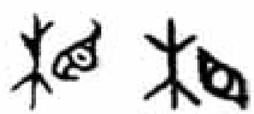
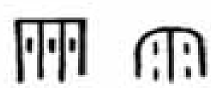
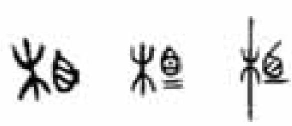
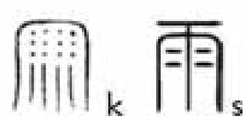
楚国宗庙的壁画大概有夏启杀母的故事，有名诗人屈原不了解其缘故，于《楚辞·天问》提出“何勤子屠母，而死分竟地”（为何鼓励儿子杀了母亲并把尸体四处丢弃）的反问。启是夏朝的贤君，万无杀母的行为。因此有人就创造神话加以化解疑惑，解说启的母亲为了避免与治水中的禹碰面而变成石头，当时母亲已届临盆，故石头爆开而生产了启，所以等于启杀了自己的母亲，又使得尸体分散于数地。

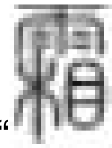
杀死年迈的亲人本来是远古社会所认可的行为。但随着经济情况的改善，照顾老人家成了不太困难的事，人们行为的模式起了变化，甚至认为古代杀死双亲的行为是种罪恶，因此要加以隐瞒，解释其合理性，所以才有夏启杀母的神话故事出现。社会后来文明多了，人们不便自己下手，于是送到野兽出没的地方，由野兽代行，然后捡遗骨回来埋葬，故产生了汉代孝孙原谷把祖父迎回来的故事。这些现象也有古文字反映，以后再介绍。接着等人死后才送去山野。如果捡回来

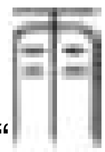
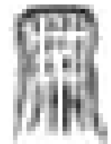
的骨头没有被吃得很干净，有残肉留着，就表示此人生前有罪，家人还会大为不安。

〇一〇

霜，冻寒（雨，下雨。相，检验。）

商甲骨文		
两周金文		
		
秦小篆		
现代楷书	雨	相

“霜”是个形声字。《说文解字》：“，丧也。成物者。从雨，相声。”从雨，表明其意义与降雨有关；相声，表明其读音与相极为接近。以下介绍两个构件，雨与相。

《说文解字》：“，水从云下也。……，古文。”甲骨文的“雨”字作雨点自天降下之状。《说文》的雨部收有四十六字，除雷、震等自然天象外，还包括与雨有关的境况，如求雨之祭、声响如下雨、以雨水濡泡皮革等等。甲骨文以“雨”构形的字虽也不少，但大多不认识，其中可能有“霜”字。甲骨文的“云”“雷”“电”等字都不是从雨的形声字，也许古人以眼见自天落下的东西才是雨的类属。霜是地面上的水汽受寒冻凝结而成，创字的时候或可能不把霜看成与雨有关的事物。霜是深秋天气冷的产物，霜降之前就要完成农作物的收割，否则农作物就会被冻死，让一年辛苦的工作白费了。

农作的成功与否取决于很多的因素。有很多是商代的人所难于控制的，如日照的长短、降雨的多寡、虫害的有无等等。所以商王对于这些完全无法预期的、难以控制的、影响农作收成的条件，做了不少的卜问。商人祈望获得丰收，对整个耕作的过程，可以说是小心翼翼的。有关农业的卜辞有四五千条之多，而有关畜牧的则很少。由于农业的成果是生活的最大保障，他们要想尽办法以博取鬼神的好感与同情。所以在收获季节之前要举行很多不同供奉的祭祀，请求众鬼神不要降下危害。当然在有了收获之后，更要以新收割的谷子去答谢。虽然到了商代，人们对于农作物的栽植已有相当多的经验，他们问卜的内容有时却是非常琐碎而具体的，譬如什么时候去耕种，派谁去监督，由哪些人去耕作，我们可以看出其诚惶诚恐，关心农业成果的心情。但是就是看不到有降霜一类的卜问，也许商代的人对于季节的征象已有相当大的把握，播种的时间不会迟误，故不关心下霜的时间，是否会冻死农作物。

《说文解字》：“，省视也。从目木。《易》曰：‘地可观者，莫可观于木。’《诗》曰：‘相鼠有皮。’”甲骨文的“相”字作一只眼睛在检验一棵树之状。器物的作用不同，材料的要求亦应有别。故工匠要对各种木材的性质有充分的认识，才能发挥各种木材的最大效用。所以对于不同零件的揉曲、坚硬、轻软等各别的要求，不单要讲究使用何种木材，甚至取材的年份及季节也要讲究。“相”就是表现工匠在做这方面的检验，不单是看看而已，还要有分辨优劣的能力。比如车子的制造，轮子的部分要选取有弹性的木材，可以用火烤揉，使成一定的弯度。舆架就要选取重量轻的木材，以减轻马的拉曳负担。轮轴就需木质坚直以承担整个车子的重量。

〇一一

衣，身份

衣：『有交领之上衣形。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

衣

《说文解字》：“，依也。上曰衣，下曰常。象覆二人之形。”甲骨文的“衣”字，作有交领形式衣服的上半部的形状。交领衣服的缝制比较可能源于布帛，而不是毛皮。有衣领的服装是丝麻纺织业兴起后的常式，是农业发达后最普及的材料，故“衣”字亦代表所有的衣着。

从汉代衣服的实例，可以明白交领的做法。是以一窄长的布幅，由胸前经过肩膀，绕过头部而回转至腋下所成。交领的形式大半是为了防止布幅的边缘松散，以一布条缝边缘使牢固。此边缘也发展成刺绣不同的花纹以表示不同的身份。交领的服式不受身材肥瘦的限制，都可使衣服贴身。如果两边衣幅长度固定，不相交，就难调整肥瘦的幅度。兽皮不怕边缘会松散，故不必缝边。而且皮裘厚重，价格高昂，为省费用，就不便大幅折叠如布帛，以至不必有交领的形式。后来领子既成为常式，皮裘也就制成有衣领，但不是交领的形式。

根据中国的传说，衣服的创制者是黄帝。汉代的图画，黄帝以前的人物常是没有穿着纺织的衣物。这绝不能看作黄帝时代以后才有以布料裁制衣服，而应当看作衣服从此成为社会的规制，是天天都要穿用的。同时也表示衣饰有了阶级的表征作用。

衣服加之于身，形之于外，是最能表现个人性格或身份的东西。在以采集渔猎为生的时代，没有什么私人的财富，除了年龄与性别的区分外，人人的社会地位和权利相等，没有太大的不同。衣服就很少有避寒、护身、遮羞以外的大用。但是到了农业发达的时代，社会里有少数人积聚的财富比他人多，身份的差异自然就建立起来。这时衣服就有了新的用场，用罕见的或远地交换而来的材料，诸如动物的皮毛、骨角、爪牙、羽毛，或金银、珠宝、贝壳等，以标示和识别渐渐明显的社会地位差别。当社会的结构扩大，衣服也跟着起了政治的作用。只有具某种特别身份的人才许服用某种颜色或形式的衣服，包括与衣服配合的各种饰物。黄帝以前的圣人们只有创造器物以提高生活的水准。到了黄帝建立帝国的时候，约是四千七百年前，才开始社会制度的创立。衣制是治国规范的重点，用以标示和识别渐渐明显的社会地位差别。当社会的结构更扩大而有一定的安排时，衣服就跟着起着政治的作用。所谓黄帝的始创衣制，就是这一类的表现。中国后来

儒家的丧制，用粗陋的麻衣表现对死者的哀思，无心为美，也属于这一类的社会功能。

〇一二

初，裁制

初：『以刀裁布为缝衣之始。』

商甲骨文



两周金文

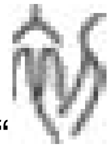


秦小篆



现代楷书

初

《说文解字》：“，始也。从刀衣。裁衣之始也。”甲骨文的“初”字以刀及衣组合，表达以刀切割材料是缝衣的第一个步骤，故用以表达抽象的初始的意义。创造此字的人着眼于原始的衣物是以刀割兽皮而成，不是后来发展的纺织成的布帛。

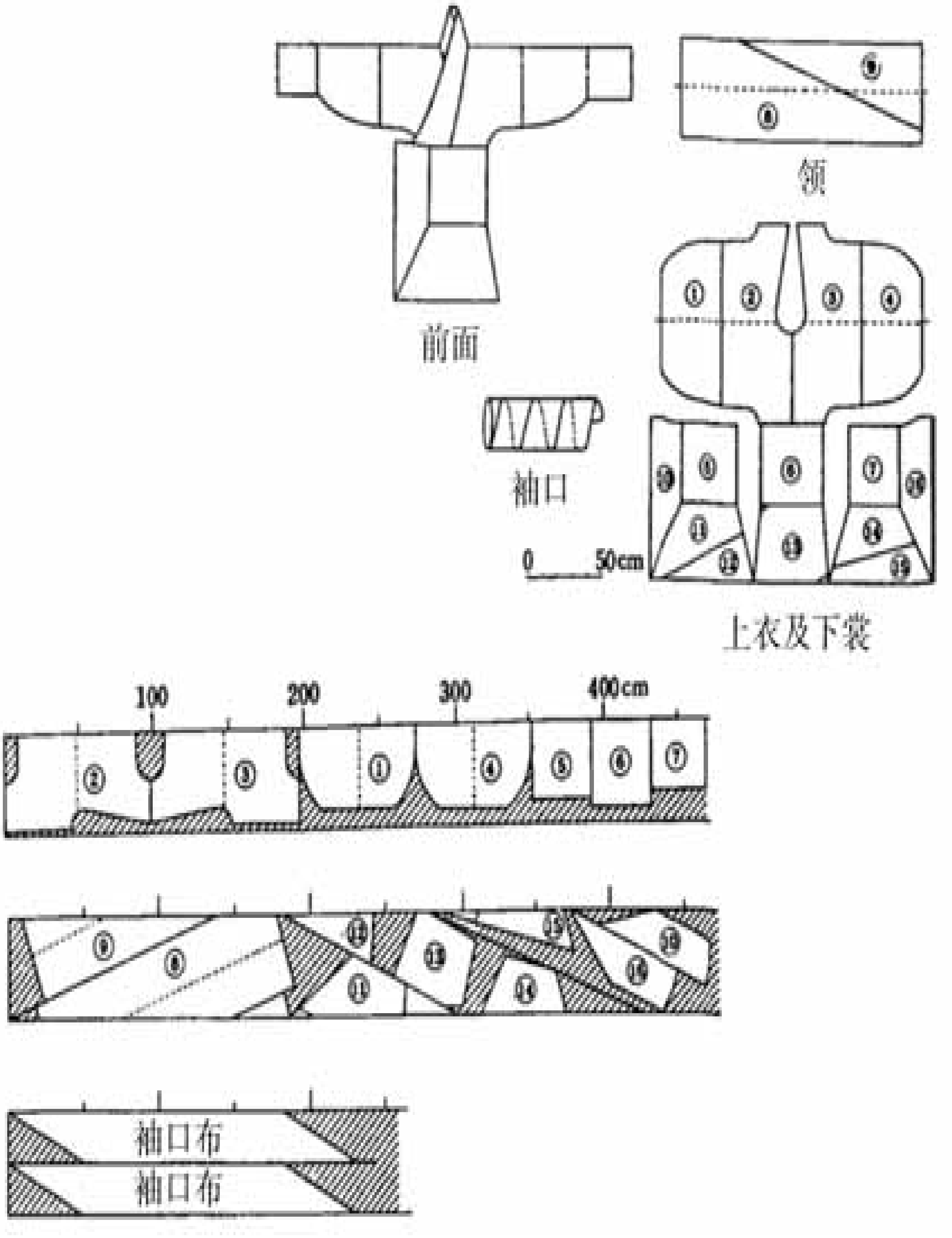
定居的生活是文明能较快地发展的一个重要因素。定居不但需要房子，也需要合适的衣服。从极度寒冷到极度燠热的环境，人们都有办法生存下去。十二万年前出现的石核就有可能钻针眼，穿针引线以缝制兽皮衣物。三万年前已确实知道用骨针穿过麻线或皮条以缝制衣物。中国发现骨针的最早遗址是四万至二万年前之间。

人类在非常早期一定也有稠密的毛发，以适应风寒的气候，所以御寒不是穿衣服的最初目的。有些地区可能是为了保护性器在工作时不受到自然界妖邪的危害，或不受到荆棘、昆虫、雨露的伤害。某些地方则可能起于以动物皮毛伪装捕猎。甚至是施用感应魔术，希望得到所服用动物形象而具有特殊的能力。但真正的普遍穿用衣服大概要起于防御风寒之后。在酷热的地区，衣服甚至是种累赘。但几乎所有的早期社会，不管穿得如何少与象征性，都会要求成员穿用某些装饰品或衣物。这大概是基于后来才发展的爱美、遮羞或分别阶级等文明观念了。有时为了达到这些目的，就装饰得过分夸张，以至非常不方便行动，甚至危害身体的健康。

在远古，毛皮是比纺织易获得的材料。兽皮因其形状不方正，大小也因兽类而异，一定要割成许多块再加以缝合，故动刀裁割是缝衣必要的步骤。游牧民族的生活为了要骑马奔驰，照顾牲畜，就得选择经得起摩擦的材料，因而选用他们易得的坚韧毛皮材料。他们也要求裁剪合身以利行动，故因势随着身材的曲线裁成紧束、窄短风格的衣物。至于农耕的社会，桑麻是较易取得的材料，而且工作的性质也不磨损衣服。为了省工，就尽量保持原来机织出来的布幅，不多做曲线的裁剪以求合身，故形成宽松、修长的风格，有一定的布幅，可适合各类高矮、胖瘦的身材。

衣服要经过刀剪的裁割手段，从汉代的衣服（图一）可以看出，人们还是尽量保持原来布幅的形状，不多做要求合身的曲线裁剪。在

剪刀发明前，以刀切割衣料成有曲线的布幅是不太方便的，所以尽量不多做曲线的裁剪。丧服做成方领而不是圆领，就是以最粗陋的粗麻材料、最简单的刀裁方式，表示哀戚而无心为美的心情。



图一

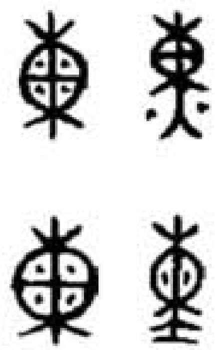
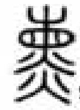
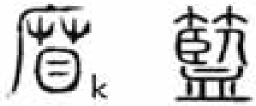
西汉时代直裾衣袍的缝合及裁剪图

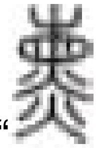
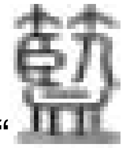
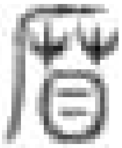
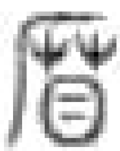
〇一三

熏，薰香

熏：『薰香之香囊形。』

篮：『古文字形表达于屋内焚烧薰草的熏炉。』

	熏	篮
商甲骨文		
两周金文		
秦小篆	 s	 k s
现代楷书	熏	篮

《说文解字》：“，火烟上出也。”“，大篝也。从竹，监声。，古文篮如此。”人类一直在想办法让生活过得舒服些，不管衣、食、住、行哪一方面。在住家方面，不但空间要大，建材要理想，气氛也要有相当程度的配合。从文字可推断，起码从西周时代起，人们就想让呼吸的空气舒服些。金文的“熏”字，作一个两头都束紧的袋子而内里有物之状，从使用的意义可以推知，此袋子为香囊，里头装的是干燥的有香味的花瓣、叶子一类的东西。香囊可以杂放在衣服中让衣服沾染香味，也可以佩带之走动，随处生香，反映对住家生活的改进。古代的文献经常谈到使用薰草。它是种禾本科的植物，也称蕙草或兰蕙。它自身能放出香气，也可以焚烧的方式扩散香气，故有“薰以香自烧，膏以明自销”的诗句。小篆的“篮”字，其意义就是熏炉，其古文字形（）即作一屋中在熏炉之上放有两束薰草之状。

薰草生长于湖南、两广一带，取得不难，故秦、汉时代使用薰草甚为普遍。到了西汉中叶，对闽、广地域渐有所认识，也和西亚较有贸易接触，知悉龙脑、苏合等树脂类香料。龙脑为树干中所含油脂的结晶，产于福建、广东，以及南海、波斯等地。苏合产于小亚细亚，为金缕梅科乔木。其芬芳馥郁远超过薰草，自然乐于采用而渐渐取代之。这些树脂类的香料不能直接用火燃烧，须经过捣打的步骤制成粉末，然后才放入炉中的承接器间接用炭火加热，不使燃烧太快而耗费钱财，因此不能不改变焚烧的方式而有博山炉新器具的产生。梁代吴均《行路难》有诗句“博山炉中百和香，郁金苏合及都梁”“玉阶行路生细草，金炉香炭变成灰”，就具体描写了以博山炉焚香的情况。此种容器要做成深腹以容纳炭火，盖子使氧气不充分而慢慢消耗香料，山峦隐蔽处也做成烟孔，使香气能够逸出。

焚香本来是为自己增加生活的情趣而做，对于神仙，当然要以人们最珍贵的物品去礼敬，因此焚香自然也成为信仰的方式之一，甚至

成为主要的功能。南北朝以来佛教盛行，焚香渐成为宗教的行为，焚香的器具也稍有变化，成为佛具而少见于家庭。到了北宋更制成方便使用的棒香，就几乎成为宗教专用的商品了。



图一

青铜香薰

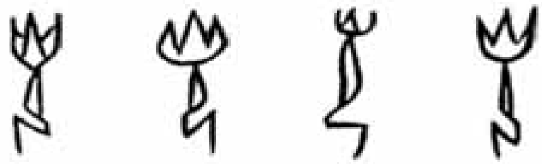
高十二点七厘米，口径八点五厘米，战国中期，约公元前四世纪

〇一四

光，照明

光：『一人头顶灯火而有光。』

商甲骨文



两周金文

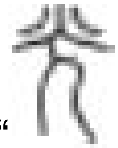
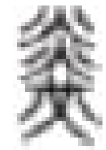
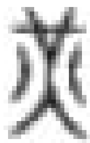


秦小篆



现代楷书

光

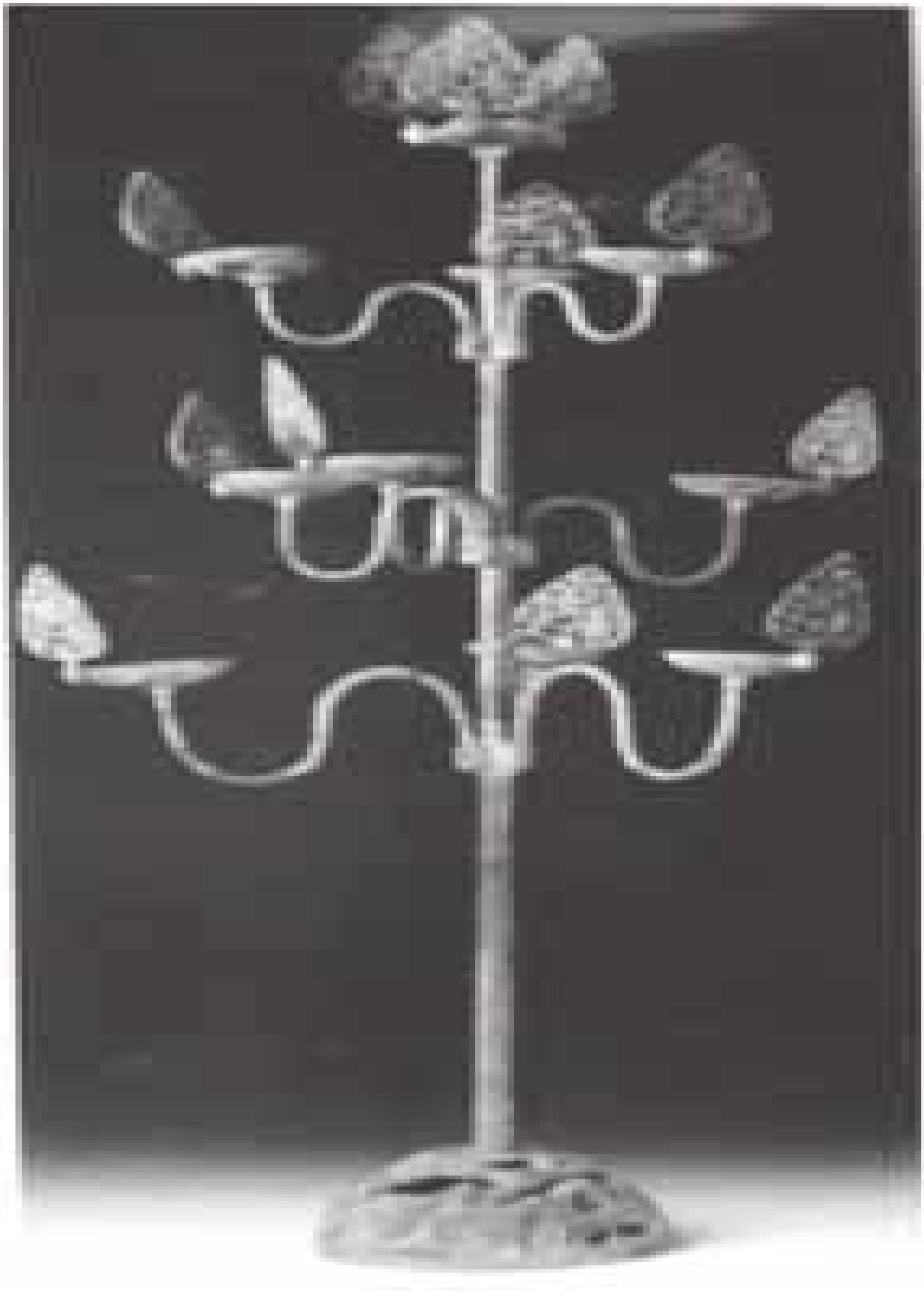
《说文解字》：“，明也。从火在儿上。光明意也。，古文。，古文。”室内的照明措施是文明标志之一，它的使用表示人们有相当多的夜间活动。在野蛮状况下，人们最重要的活动是寻找食物，太阳一下，天黑了就去睡觉，以便次日早起寻找食物。房子只是晚上栖身及遮蔽风雨之用，夜间照明是没有什么意义的。后来发展到在屋内烧煮食物，人们在屋里的时间加长，就有必要再开个通风、照明的开口。最先利用的是导引月光入窗照明，在没有月光的夜晚也可利用火光。随着文明程度的提高，夜间的活动相应增加，以火照明的作用就越发重要了。

商代的甲骨文虽不见灯烛的字样，但从甲骨文的“光”字作一跪坐的人，头顶上有火焰之状，可以证明其时的人们已知使用灯火照明。因为火焰不能用头顶着，顶着的必是燃油的灯座。商代的灯光大半微弱，而且有黑烟。因为甲骨文的“幽”字，作一火与两股小丝线之状，以表现火烧灯芯，光线幽暗之意。推测当时所用的燃料大半是植物油。古时没有什么家具，为了避免受烟熏烤，就得与光源保持适当的距离。而以头顶灯，人体就像灯座，不但要较手捧着稳定，也照得广远。对有跪坐习惯的中国人来说，以头顶灯是颇为实用的方法。

但是地下的考古发掘，并不见商代有专用灯具的出土。这种矛盾大概可以从两方面来看，一是商代夜间的活动只限少数的贵族与有限的时机。所以商纣做长夜之饮，才会被视为荒淫无道。另一是古代的瓦豆叫登，人们临时借用陶登点火，故后来取名为镫或灯。瓦登于点完火后又恢复其盛饭肴的功能，难为我们察觉它曾一度用以照明。

专用灯具始自战国时代，此时由于铁器的大量使用，生产力大为提高，整个社会面貌起了大变化，可以想象生活内容渐渐丰富，贵族的夜间活动大为增加，点灯从事生产也划算，都有使用专门照明用具的必要。战国的灯座大都很朴素，至多把底座铸成人物、鸟兽形，或嵌镶金银以增饰，或增多灯盏以增光明而已。到了汉代，许多灯盘已具有可供系绑灯芯或插蜡烛的尖钉。为了解决烟熏的缺点，到了汉代，便加上管道，让烟随着管道沉入有水的底座以化解污染。并且灯

盘上也装有可开阖旋转的门户，便利行走时控制光的方向，以及防止灯火被风所吹灭。



图一

青铜树形灯座

高七十九点七厘米，东汉，公元一世纪或二世纪

○一五

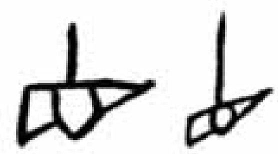
建、德，道路的修建

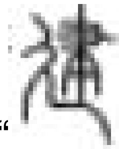
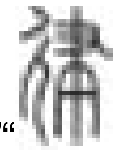
建：“手持笔规划道路的修建。”

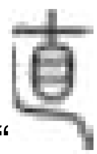
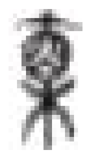
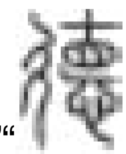
	建	律
商甲骨文		
两周金文		
秦小篆		
现代楷书	建	律

直：『以眼睛检验标杆是否笔直。』

德：『有以目检验筑路是否平直的才干。』

	直	德
商甲骨文		
两周金文		
秦小篆		
现代楷书	直	德

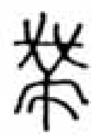
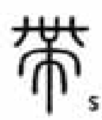
为了让马车能顺利快速地前进，并且保证安全，都得对行道有所治理。特别是出于军事目的，更要讲求道路的平直，以利车马的奔驰和紧急信息的传递。《诗经·大东》有“周道如砥，其直如矢”，即反映其实况。要有详密的设计和小心的修造，道路才能平坦而坚硬。《说文解字》：“，立朝律也。”“，均布也。”甲骨文的“律”与“建”为同一字，作手持毛笔策划便利交通之道路蓝图，以便依之修建。行道的营建有一定的规格及要求，故有规律的意思。供车马行用的大道才需要谨慎地规划和营建，如果是普通人行的羊肠小道，就不必如此慎重其事了。

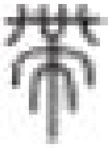
《说文解字》：“，正见也。，古文直。”“，升也。”甲骨文的“直”字作以眼睛检验标杆是否笔直之状。“德”字则以眼睛有检验筑路是否平直的才干表意。商人用夯打的方式建筑宫殿及城墙，自然也能应用同样的方法修筑道路，使道路坚硬而平坦。只是道路修筑的工程颇为浩大价昂，除有限几条重要大道，不能普遍用夯筑法修建。到了春秋时代，随着商业活动的扩大、战争方式的升级，对于行道的需要和标准也跟着提高。秦统一后，为加强中央控制的效率，就在各国旧有的基础上大力修建驰道。《汉书·贾山传》有这样的描写：“东穷燕齐，南极吴楚，江湖之上，濒海之观毕至。道广五十步，三丈而树，厚筑其外，隐以金椎，树以青松。”连金属都用以加固路基，可想见建造的讲究。

〇一六

带，携带工具

带：『象束带以及衣袍呈现的皱纹状。』

商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	 s
现代楷书	带

中国古代农耕定居的衣服属于宽袖长衣一类的形式。布幅宽松，可适合胖瘦不等的身材，不用纽扣而以带子束紧。《说文解字》：“，绅也。男子鞶（pán）带，妇人带丝。象系佩之形。佩必有巾，从重巾。”金文的“带”字作衣服的腰部被带子束紧之后而在下摆所形成的褶纹状。带子不但可以束紧衣服，也可用来携带工具及装饰物件。黄帝的取名可能就是因为他始创衣制，以玉璜取代石制武器，佩带于腰际而来。商代的腰带有甚为宽大并加绣花的（见图一），已是装饰重于实用了。带子的功能多，工作时携带工具，打仗时携带武器，行礼时佩带玉器，平日家居则佩带日常生活的小用具及拭擦脏污的佩巾等。依《礼记·内则》，男子佩带手帕、毛笔、书刀、磨刀石、解结的角尖、打火石等，而妇女除手帕、小刀、磨刀石、解结的角尖、打火石等外，还携带针、线等妇女职务特有的工具。

到了东周时代，士君子又多系了一条可携带剑、弩、钱囊、镜、印章等物的皮带。这条皮带的一端为圆环，另一端为带钩。带钩由钩首、钩体和钩纽三部分组成。钩首的作用是钩住圆环以束紧衣服或让带子卡在腰上。钩纽是个突出的圆纽，隐藏在革带里。钩体是展示装饰的主要所在，有各式各样的变化。

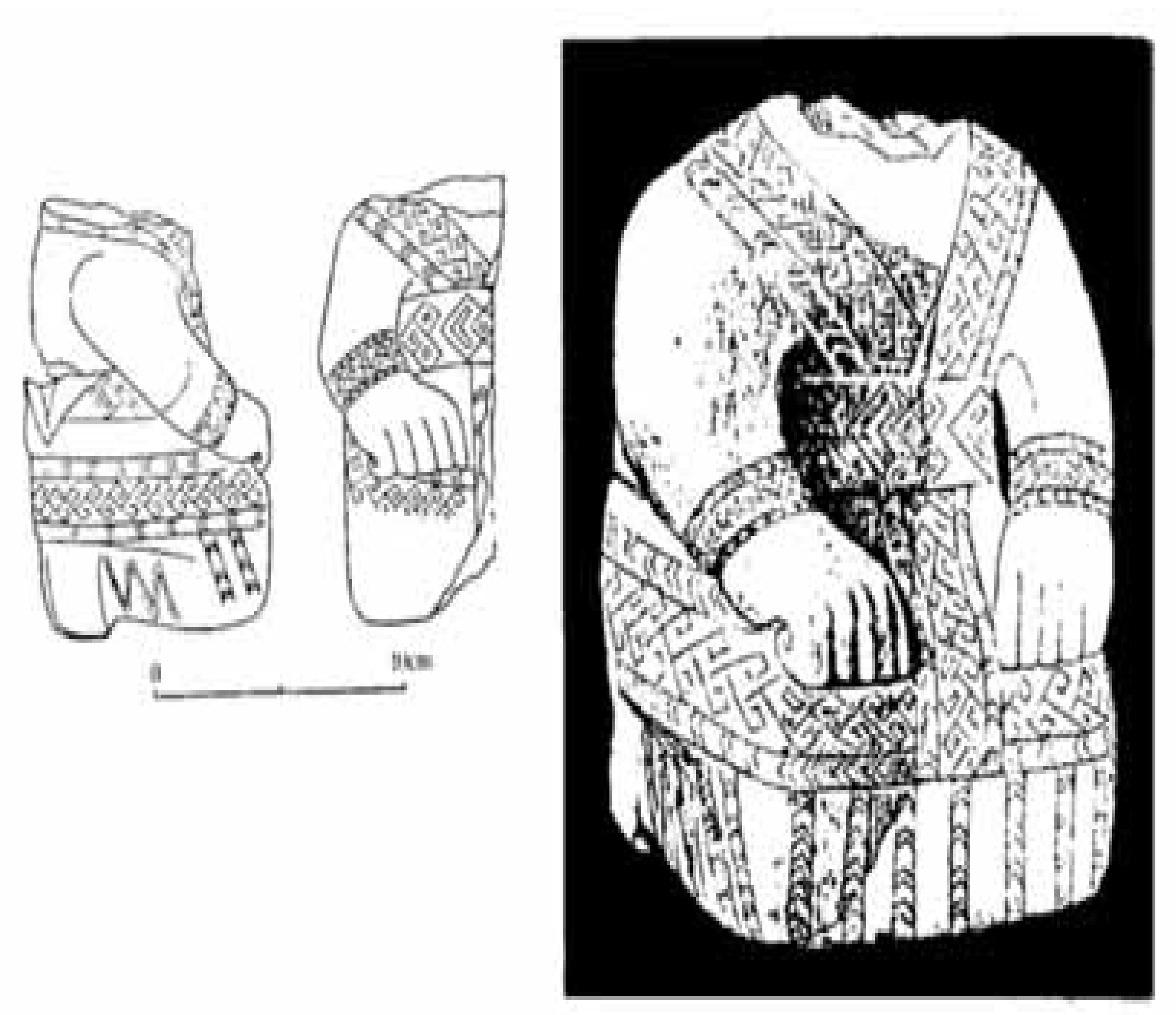
带钩出现于春秋中期，战国时最盛行，汉以后就衰落了。汉代有犀比、犀毗、胥纰、私纰头等看起来像是音译的名称，因此不少人以为它是骑马民族引进的服饰。但是考古工作发现其传播是从三晋与关中的中原地区，逐渐向四周扩大的。游牧地区反而很少发现这一类东西。

固体的材料都可制作带钩。有钱的人家往往以最昂贵的金、银、玉、玻璃等材料制作或装饰。穷人家就以铁、石、骨、木、陶等为之，但存世的大多是青铜铸造的。其尺寸颇为悬殊，小的不到二厘米，长的有达四十六厘米。不过一般是十厘米上下。钩体一定做成有弧度的，以适合人们腹部的弯度。

带钩的优点是只要稍微吸气，就可快捷地戴上和取下。缺点是其长短要依个别的腰围而设，身材变了就不便使用。它的兴起与衰微也和其优缺点有密切关系。它原是为携带某种不常用的重物于腰带而

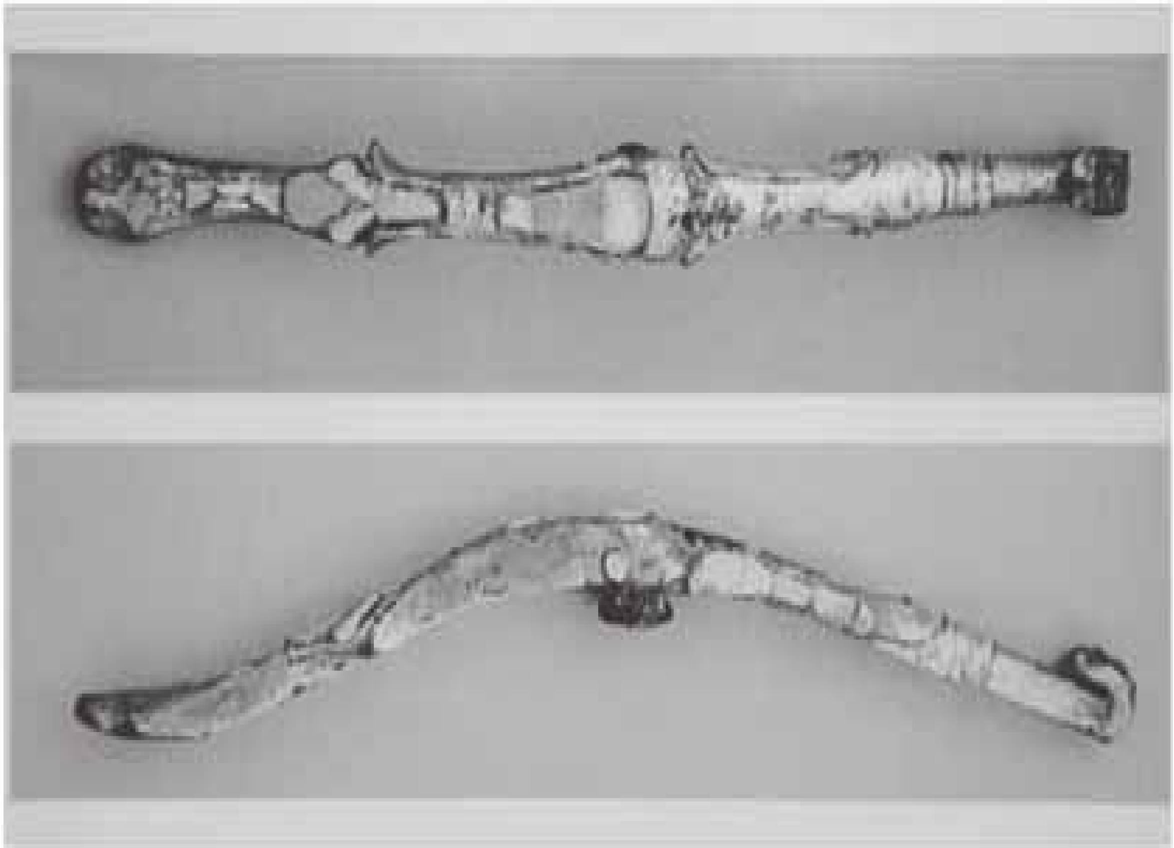
设，有需要时才戴上，并不专为束衣而设。里面纺织的带子才真正负起束紧衣服的功能。外面的革带则用以悬挂刀剑等重物。

西周以来，铜剑的使用越来越多，春秋时已成为贵族的装身用具，悬挂在革带上。家居时卸下，外出时才加到丝织的腰带上。早期的带钩都短小而粗陋。到春秋晚期普遍使用带钩后，才有以显示为目的而制作精美大型的带钩。后来大概源自骑马民族的带扣，束衣的功能更为稳定，西晋时规定上殿以木剑取代铁剑，可能也是带钩不振的原因之一，以后就逐渐被带扣取代了。目前似乎只有穿袈裟者使用，也是着眼于容易戴上与容易卸下的方便。



图一

商代跪坐石雕及复原图



图二

鎏金嵌镶绿松石铜带钩

长二十点五厘米，战国，公元前四〇三年至公元前二二一年



图三

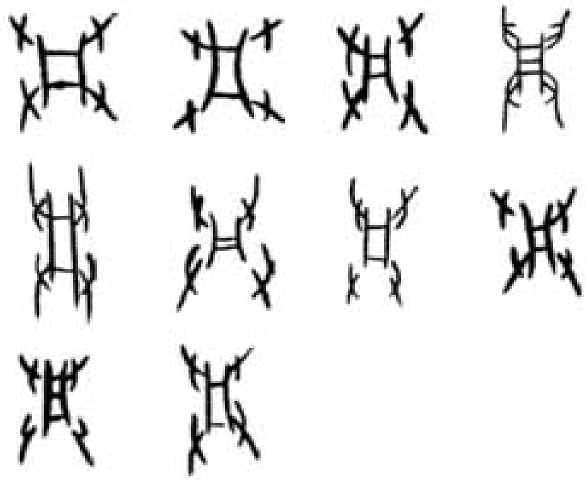
战国及汉代于大带之上加佩剑的鞶带形象

〇一七

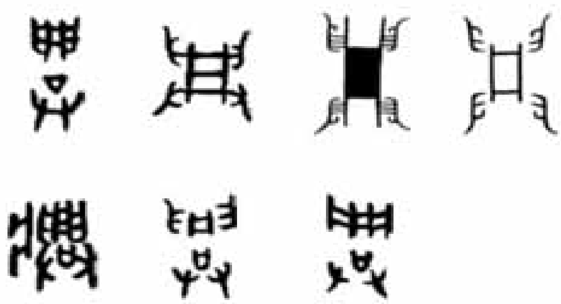
兴，肩舆

兴：『四手共举起一舆架，口为后来无意义的填空。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



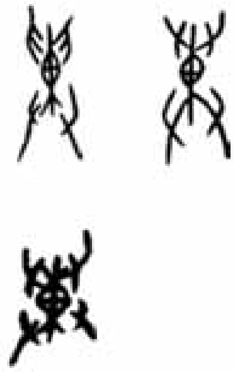
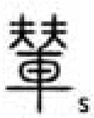
s

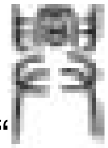
现代楷书

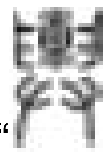
兴

舆：『四手共举一肩舆状。』

辇：『两个人推动一部有轮子的车子形状。』

	商甲骨文	两周金文	秦小篆	现代楷书
舆				舆
辇				辇

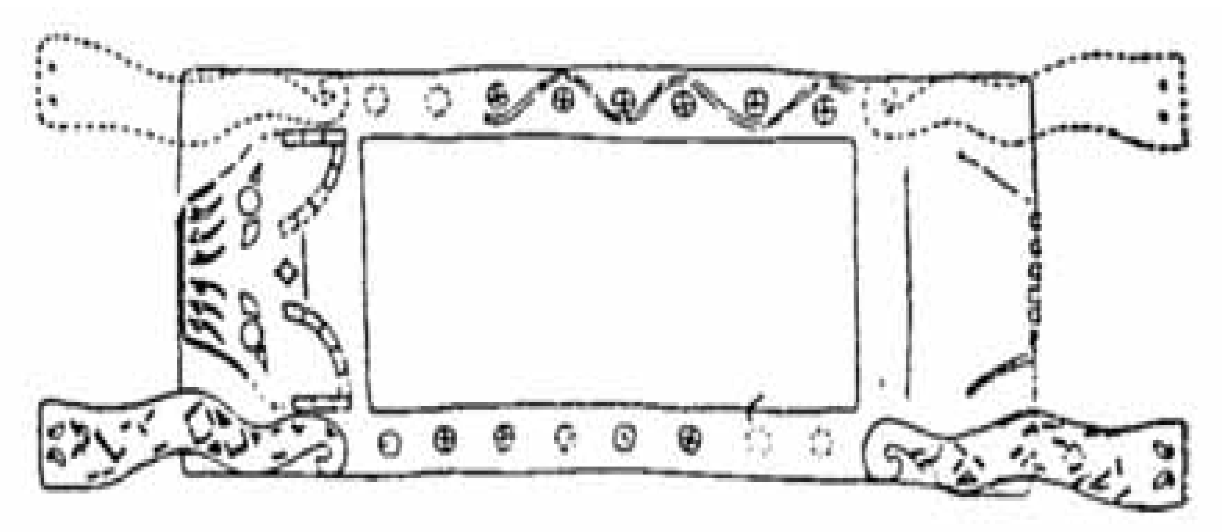
在利用轮子滚动以前进的车子发明之前，如有不良于行的妇孺老幼需要移动时，人们最先使用背负的方法，后来想出了用担架或肩舆的形式。《说文解字》：“，起也。从舁（yú）同。同，同力也。”甲骨文的“兴”[1]字，作四手共同抬举一个担架或肩舆之状。这种长方形的肩舆盘已见于安阳出土的商代遗址中（图一），从实物的手把各有两个穿透的孔洞看，应是穿绳索而让两个人前后用肩头扛担着，并用手抓紧手把。但比较有威势的，就可以由四个人各举起一隅。

另一个“舆”字，《说文解字》：“，车舆也。”甲骨文则作四手共举一个另一形式的肩舆之形。其舆座是圆形的，把手是只有通贯前后的一根粗杆，恐怕还得再套上绳子，用手扶着舆座而以肩膀扛着才能稳定。另外还有一式，《说文解字》：“，挽车也。”金文的“辇”字作两个人推动一部有轮子的车子形状。

在意义使用的习惯上，“兴”字用于一切有关抬高、兴起的动作和形势。“舆”则是多人抬举的肩舆，后来被转用到车子的舆座部分，后又由舆箱扩充到整个的车体。“辇”本来指以人力推动的有轮车子，后来也包括以人力抬举的肩舆。

商代贵族使用速度快的马车行路，但对妇孺老弱或没有乘车经验的人而言，马车并不是舒服而安全的交通工具。《晋书·舆服志》说到了东汉晚期，缓慢稳定的牛车就变成上自天子，下至庶民的日常坐乘工具。牛车虽安全，也不是任何情况都合宜的。如上山、下厅堂就有点不方便。有些庭院可能规模相当大，自大门至内室有一段距离，贵妇人不想抛头露面到门外乘车，也有必要以轻便的、随处可到的肩舆代步。这种以人抬举的工具，原来或只是对不良于行者的一时权宜之便，并无低视抬举者的人格的意思。但是有些男子壮汉，为了夸示财富，也仿效之而竞相为豪奢之举。

《晋书·桓玄传》说桓玄造作大辇可容三十人，以二百人抬举。可想象其前呼后拥、威风凛凛的气势。此种过分的炫耀，当然会引起别人的反感。加以社会的生产力提高，人性尊严也渐受重视，以至人们认为始发明者必为不仁的暴君，因而把肩舆、步辇的发明归罪于历史有名的暴君，如公元前十七世纪的夏桀，甚至是秦始皇帝。忽略了其前已有黄帝发明人力车的传说，以及东周时的高阶层社会，肩舆已甚为普遍的事实。牛车既成一般人所能供应得起的交通工具，而马车又有颠簸之苦，因此为了炫耀地位与财富，贵族喜用舆、辇代步，故也演变成“乘舆”“辇”等词语以为帝王的代号。



图一

商代肩舆盘的复原图

注释

[1]“兴”的繁体字为“興”。——编者注

〇一八

厘，丰收的幸福

厘：『手持杖以打下禾穗，丰收为可喜之事。』

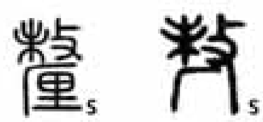
商甲骨文



两周金文

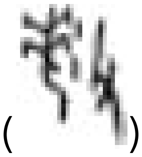
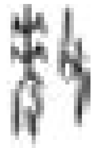


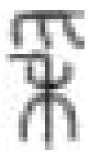
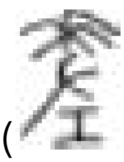
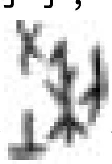
秦小篆



现代楷书

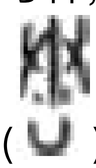
厘

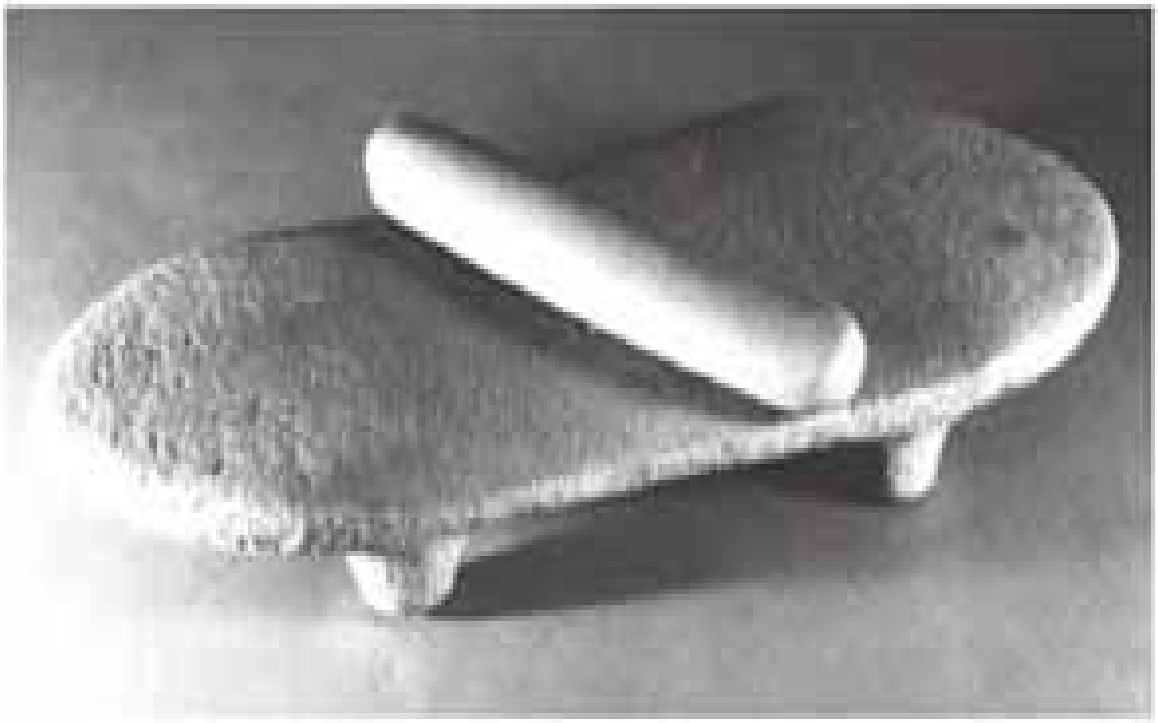
对一个农业社会而言，没有比经过了长期辛劳的耕作后，终于可以获得预期的收获，一段较长时期的生活有了保障，更快乐的事了。商代以收获农作物的喜悦来表示生活幸福的意义。甲骨文的“厘”字，作一手拿着木棍，正在扑打禾束以便打下谷粒的情景（），有时禾束还拿在另一手里（）。恭喜新年的“喜”应该写这个“厘”字，“里”是后来加上的声符，表达家庭的喜悦。农业是当时国家最重要的财政来源，人民普遍以谷物付税，故“厘”就有治理、厘定等意义。

摘取谷物最原始的方法是用手摘取穗的部分。小篆的“穗”字，作一手摘取禾端之穗状（）。到了新石器时代，就进步到用内弯的石刀摘取谷穗。龙山时代开始出现石镰，有人以为是割禾茎用的。依据商代冶金技术的水平，当时应该有较锐利的铜工具，连茎带穗一起割下来。以手摘取谷穗或拔取禾茎，在当时被认为是没效率、错误的方式，所以金文的“差”字，就作以手拔禾之状（）。而相反的，甲骨文的“利”字，最繁的字形作以手把持禾，一把刀割下禾茎而与根部分离之状（）。这样的方式不但提高收割速度，禾秆也可以充作他种用途。

谷类的仁实有的坚实，有的松散，但都有坚硬的外壳，要去掉外壳才能食用。故一旦有了采集或收割谷物的活动，大概就会使用某些工具或设施从事去壳的工作。华北一些早期的遗址，公元前五千六百年的河南新郑裴李岗，以及稍晚的密县、巩县、舞阳和河北的武安磁山等古老遗址，都发现了像图一所示的这一套专为去外壳的石磨盘及

石磨棒。磨盘的形状都大同小异，是一块前后端修整为圆弧状的扁平状长板。板下总有两两相对的半球状突出小足。石磨棒则一如擀面棍，大致是磨盘的一半长度有多。

从发掘的数量看，石磨盘和石磨棒应该是那时家家户户都具备的用具。其作用是把少量的谷物放到磨盘上，双手拿着磨棒在谷物上压碾，去掉其外壳而取得其中的仁实。这样的去壳所得量不多，颇花费时间，而且谷粒也易因碾压跳动而逸跳出窄盘外。不过这时的农业，虽然已脱离初期的阶段，仍然在山坡做小面积的耕作，辅以渔猎活动，尚未进入完全以农业为生的阶段，日常谷实的需要量不多，石磨盘还足以应付需要。到了公元前四千多年西安半坡和余姚河姆渡遗址的时代，农业的依赖度提高很多，天天消耗的粮食增多，以石磨盘做少量的脱壳已经不符合经济效益及便利日常生活，不能不思考改良之道，脱壳工具就采用效率很高的木或石制的臼与杵，这种平板状的去壳工具就不再出现于遗址了。甲骨文的“舂”字（）作双手拿着杵棒在臼中捣打谷粒之状，表现了后代一直持续使用的于臼中去壳的作业。使用杵臼去脱谷壳，双手可以大大地使力，加速作业的进行，在现代脱壳机械发明之前，那已是最有效的方式了。



图一

石磨盘与石磨棒

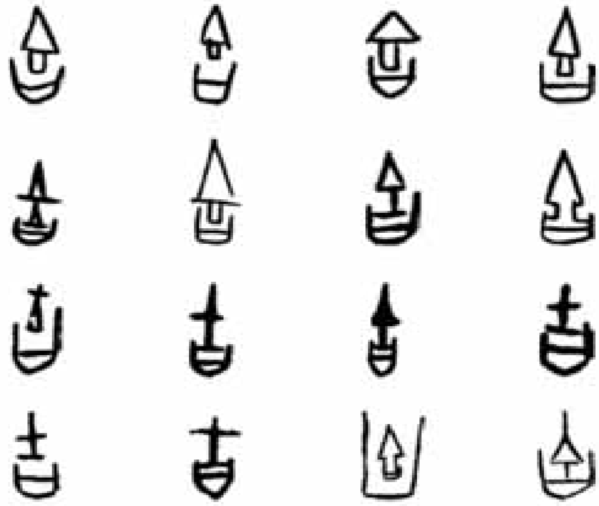
盘长五十二点五厘米，棒长二十八点五厘米，时代约为八千年至七千五百年前

〇一九

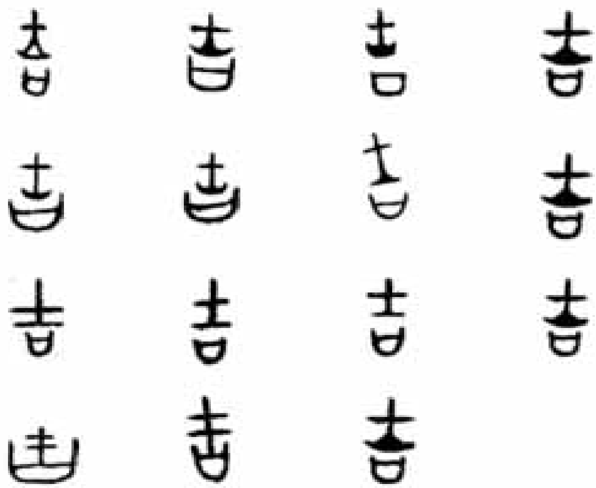
吉，吉祥如意

吉：『置型范于深坑，使散热慢而冷却时间久，可使金属铸件精良。』

商甲骨文



两周金文

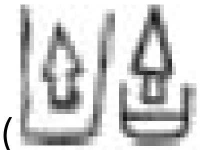


秦小篆

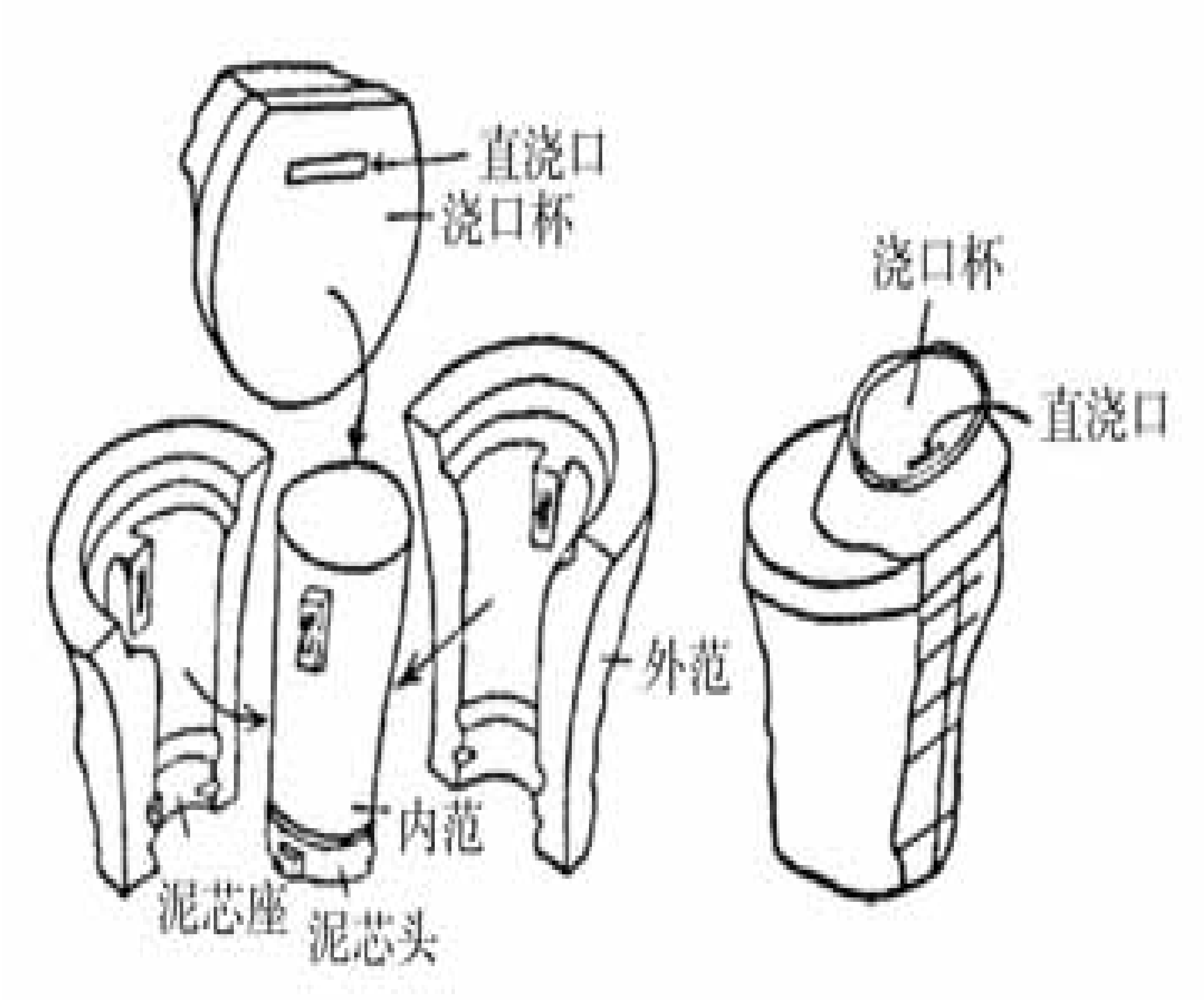


现代楷书

吉

通过古代象形文字，我们可以推论古代工艺所达到的水平。甲骨文的“吉”字，作深坑之中有一器物之状（）。考察起来，它是表现浇铸部分的浇口（三角形）以及器物部分的型范（矩形）已套好而放置于深坑中之状（图一）。根据现今的科学知识以及铸造铜器的经验，青铜铸件的良善与否，与冷却时间的快慢有绝对的关系。如果散热慢，金属的合金便有充分的时间整合，使铜与锡的成分结合成对称的树枝状。这样一来，表面的致密度就会增高而光滑。古代只有把浇铸后的型范放在深坑中，才能达到此目的。由于深坑中空气不流通，高温要许久才会慢慢冷却，如此不但可以防止型范爆裂或走范而变形的缺点，而且还可以使铸件更为光滑美善，故以之表达良善的意义。这是古籍不见记载的事件，而从地下的考古也只能看出商代有在深坑中铸造铜器的事实，但不能肯定当时已知散热缓慢的利益。现在从文字的字形和创意就可了解商代的工匠已有这种认知。

中国文字在商代之前，有些字有可能读出两个音节，但在西周之后，尽管一个字有时可在不同的时机读不同的音，代表不同的意义，但每次也只能读一个音节。故不但句子的字数可以等长，连音节的长度也可以一样。还有，中国的语词，由于音节短，为避免混淆，更使用声调加以分辨意义。如此则句子的字数、音节既可以同样长度，甚至平仄的节奏也可以要求一定的模式，从而发展成律诗、词曲、对联等讲求平仄声调的特殊文学形式。同时也由于单音节的原因，音读相近的字就多了起来，导致古代多用假借字的现象，同时也发展了谜语、歇后语一类的文字游戏。连带绘画的题材也受到影响。如年年有余（鱼）、子孙连甲（莲、鸭）、吉庆平安（戟、磬、瓶）、三阳开泰（羊）、耄耋延年（猫、蝶）、福禄双全（蝠、鹿、葫芦）、马上封侯（马、猴）等等图案，就都是应用音读的假借原则。商代名为戈的武器，是装在有矛的长柄上使用的，后代常称为戟，与“吉”同音，所以经常被借用表达吉祥的意义。



图一

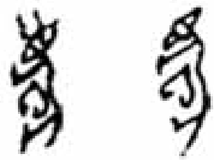
商代型范套铸的示意图。“吉”字的上部分就是型范已套好后的形象

〇二〇

庆，福禄康寿

庆：『得到鹰兽的心，值得庆祝。』

商甲骨文



两周金文



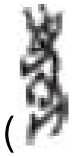
秦小篆

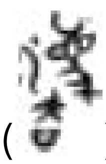
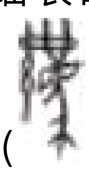


s

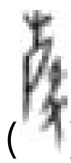
现代楷书

庆

甲骨文的“庆”字，以一只獬廌（xiè zhì）与一颗心组合（），獬廌的心脏在古代大概被认为具有药用或美食价值，所以有得之则可庆祝的意思。汉代以后，中国把獬廌视为神兽，其实獬廌是曾经在华北生存过的。甲骨文的“廌”字，作一只高大的平行长角的羚羊类动物形（），商代曾有过捕猎到的记录，其毛色为黄。后来因为气温转冷而南移，终在中国绝迹而变成传说的神兽。目前在越南的丛林中犹有遗存，在二十世纪才被发现，越南语读若“沙拉”。

《说文解字》解释，古代以獬廌判决诉讼，会以兽头上的角碰触有罪的一方。所以金文的“法”字是由水、廌、去三者组合的（），因为法律一视同仁，不分贵贱，而廌触不直者去之。所以汉代以獬廌为法律的象征，有一位判官的墓门，就画有一对低头欲向前冲的廌。后来负责判案的县衙门也画上獬廌的形象，县官的补服也以獬廌为图案。后来由于字形演变有如独角兽，其长而平行的角也容易被误会为独角，故在汉以后的墓葬中，常以细长的独角出现。甲骨文还有“羁”字，作廌的双角被绳子绑着之状（）。卜辞用以为驿站之设施，有二羁、三羁、五羁等，獬廌的体形高大，商代很可能就以之拉曳驿站的车辆。

没有人不喜欢经常有喜庆之事，“磬”的读音与“庆”同，所以就借用这个常见的石磬表达之。商代已数见石磬雕成鱼的形状，除美观外，可能还含有“余庆”的好兆头之意。这件石磬（图一）装饰了雕工精致及图案悦目的阳起纹老虎，阳纹是一种费工的琢磨法，乃磨掉两边而留下其间的线条。这是在还没有尖钻能对玉材做有效刻画时的最高超工艺，周代就有繁缛的刻画图案了。

甲骨文的“磬”字，作手拿着木槌敲击悬挂着的石磬乐器状（）。磬的造型简单，容易制作，质材便宜，操作简单，声调又悦耳，出现的时间理应甚早。但是目前所知的考古资料，最早的实物不早于公元前二千年，较之发现于六千多年前，较难吹奏的骨哨和陶埙都要迟晚甚多。骨哨和陶埙大概是因工作需要而制作，故产生的时间早。石磬则可能因顺应较晚时代的需要，制作时代较晚。

什么是石磬创造的时机呢？磬的声响能及远而不烦噪，后世庙寺常备用以召集人员。又从先秦时代有以编磬随葬的，其地位往往高于造价甚高的铜编钟看，磬的早期制作可能是种警告入侵的敲打器，是拥有大量徒众的贵族所需要的，故为高权位者的象征。磬的出现与中国进入国家阶段的时代相当，恐怕也有点关系。江淹《别赋》有“金石震而色变，骨肉悲而心死”的句子，石即指磬，反映它在后代还与军事有关。《礼记·乐记》也有“君子听磬声，则思死封疆之臣”。有频繁的战争是较迟晚的事。公元前二千年，中国正进入国家制度化阶段，农业高度发展，为争资源而战争频繁，这时制作召集人员的器具，也是合理的。

磬的形制早期以呈无棱的三角形或多边形为多，形状颇像锄头，因此想象创作的灵感来自以锄头挖土时敲到石头，或人们歌唱而手舞足蹈时，偶尔敲击到放置于墙边的石锄而击出悦耳的声响，因此以锄头形状制作敲打器。商代的磬有时作规整的长方形，西周以后就多作有股有鼓的倒L形特殊形状。早期的磬都是单独悬吊的特磬，晚商偶有三件或五件成组的。到了春秋时代，演进到有十件以上尺寸各异的成组编磬，各具不同的音调，可以演奏复杂的乐曲。曾侯乙墓随葬的两层磬架就有三十二件之多。



图一

石灰岩磨制虎纹石磬

长八十四厘米，晚商，公元前十四世纪至公元前十一世纪

〇二一

平安，寿老终命

平：『称重物的天平式秤杆形象。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆



现代楷书

平

于：『秤杆之形。或作复式增固。』

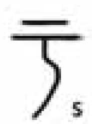
商甲骨文



两周金文

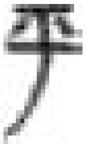
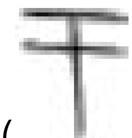
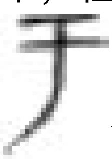


秦小篆



现代楷书

于

甲骨文还见不到“平”字，从金文的字形及使用的意义看，创意应该就是来自称重量的衡器，作一个支架的两端各有东西放着的样子（）。称重量的器械最早是天平。它是一种利用平衡原理的设施，如果一端的重量已知，就可以在同样距离的另一端称得等量的东西。天平架子的两端要保持平衡，才能称得正确的重量，故才有均平的意义。天平的臂杆越长，则误差越小。埃及于五千年前就晓得其原理（图一）。天平是计算重量最可靠的方法。但因为要使两端重量绝对平衡比较费时，所以现今一般人不使用这种方法，只有称贵金属或科学性的分析时才使用。中国目前所发现的天平实物虽以春秋时代为最早，但商代就应该有，甲骨文的“于”字就是天平的秤杆的形象（）。早期的天平因所称的东西以袋装的粟米一类重物为主，支架有加固的必要，所以常作复体的形象（）。后世多称重量轻的贵重物品，故容易使用悬吊式而以单手提起。到了战国时代，人们也领会了杠杆的原理，利用支点、距离与重量之间的关系以称量物体的重量。利用这种原理，不但可用较轻的权以称重物，也能更精确地用较重的权以称轻物，是衡器制造的一大改革，汉以后盛行的形式（图二、图三）。

民俗艺术中常以花瓶表现平安的愿望，瓶中插进一戟与一磬，就是表达吉庆平安。现在借用同音的屏风来表达。屏风本来是设计让病人靠背用的。当客厅中这张笨重的床榻退至寝室而成专供休息的卧具时，屏风的形式被保留下来，成为大厅分隔公开与私密部分的家具。到了使用高书桌的时代，喜爱书画的文士，就做成小型的，分隔书桌上的书画工具，腾出与客人晤谈的空间而成摆设的家具。这件小屏风（图四），用二十八块彩绘浮雕的象牙板，嵌镶在七件可组装的框架上组成。上头装饰很多的象征吉祥与祈望长寿的图案，无疑是一件祝寿的礼物。

每一屏图案的配置都一样而图案不同。最上一列的都有三样东西，分别为瓶子、香炉和盛放瓜果的盘皿。譬如最左一屏所盛放的是代表长寿的桃子。西王母所居住的地方，其蟠桃树每三千年开一次花，又三千年才结果子。吃了这样的桃子，使人长生。第三屏盛放的是一柄如意，代表事事如意。第六屏盛放的则是石榴。石榴子多，象征多子多孙。

屏风的主要画面都是处于山峦、树林、彩云间的人物。左边的第二幅是描写八仙各带着礼物，前来向南极仙翁祝寿的景象。其他的描写神仙们从事下棋、吟诗、饮酒、写字等雅兴之事，以及向西王母献寿酒的景象。

第三栏的图案是纠缠的成对神兽。第四栏是代表吉祥的东西。自左至右，依序是寿桃、万寿菊与山茶花、高贵的木兰花与牡丹花、多子多孙的莲花与婚庆的喜鹊、长寿的松树、福气的蝙蝠及长寿的山石和灵芝，以及最后一幅的灵芝。

公元前一千三百多年埃及墓壁画上的支架式天平



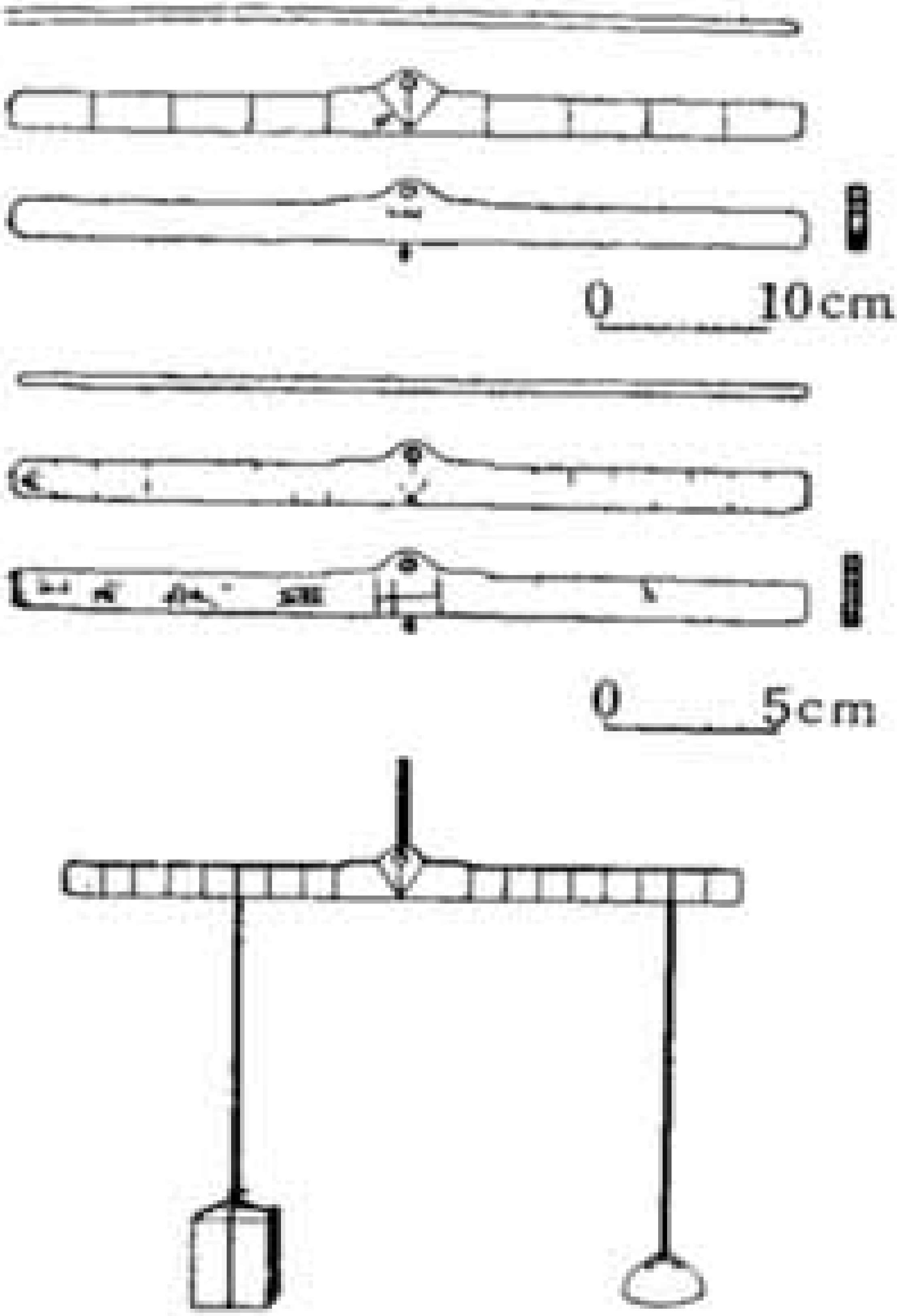
图一

公元前一千三百多年埃及墓壁画上的支架式天平



图二

长沙战国墓出土的天平与砝码，最小的砝码只重零点六二克


0 10cm
0 5cm

图三

战国时代的不等臂铜衡



图四

象牙木框的祝寿图纹屏风

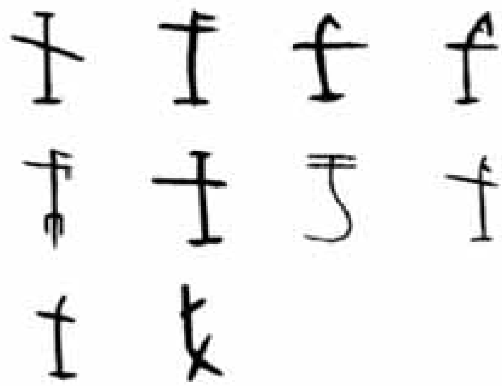
高六十点三厘米，清代，公元十八世纪

〇二二

戈，跳舞的道具

戈：『长或短柄的实战兵戈形。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

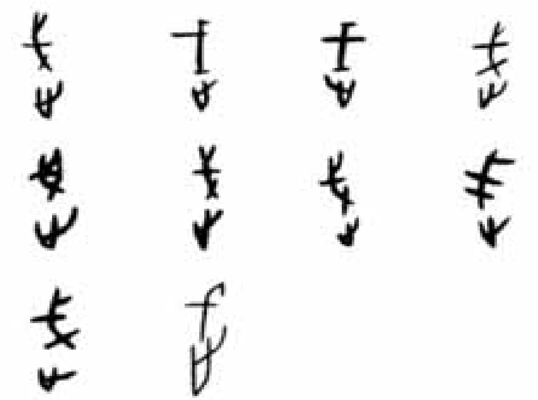


现代楷书

戈

武：『持干戈之舞，古代重要之舞容。或表现持戈行走的雄武状。』

商甲骨文



两周金文



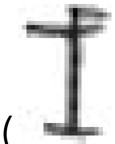
秦小篆



s

现代楷书

武

甲骨文的“戈”字，作一把装在木柄上而有长刃的武器形（）。戈是中国从商代到战国时代，一千多年间常见的武器。它是利用金属的坚韧与锐利性，针对人类身体的弱点所做的设计。它是战争升级、国家兴起的一种象征。短柄的戈长度大致从八十几厘米到一米左右，可单手使用。长柄的就得使用双手。战车上使用的，就往往超过三米长。

兵戈除了杀敌之外，平时还可以充当仪仗，增加个人的威仪，敬神的时候也可以作为跳舞的工具。为杀人而设计的戈，其刃都是细长而尖锐的。但作为仪仗及跳舞的，重点在展示，故造型经常是美丽而不切实用的。图一的这一把，刃作尖圆之状，显然重点不在攻敌的效果。

商代甲骨文有刻辞如图二，由下而上作：

于丁丑祝夒史?

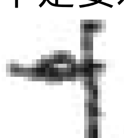
（在丁丑日向夒史祝祷，好吗？）

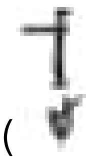
丙申卜，叀（zhuān）兹戈用于河?

（在丙申日卜问：对河神使用这个戈适当吗？）

叀旧戈（用于）河?

（对河神使用旧的戈适当吗？）

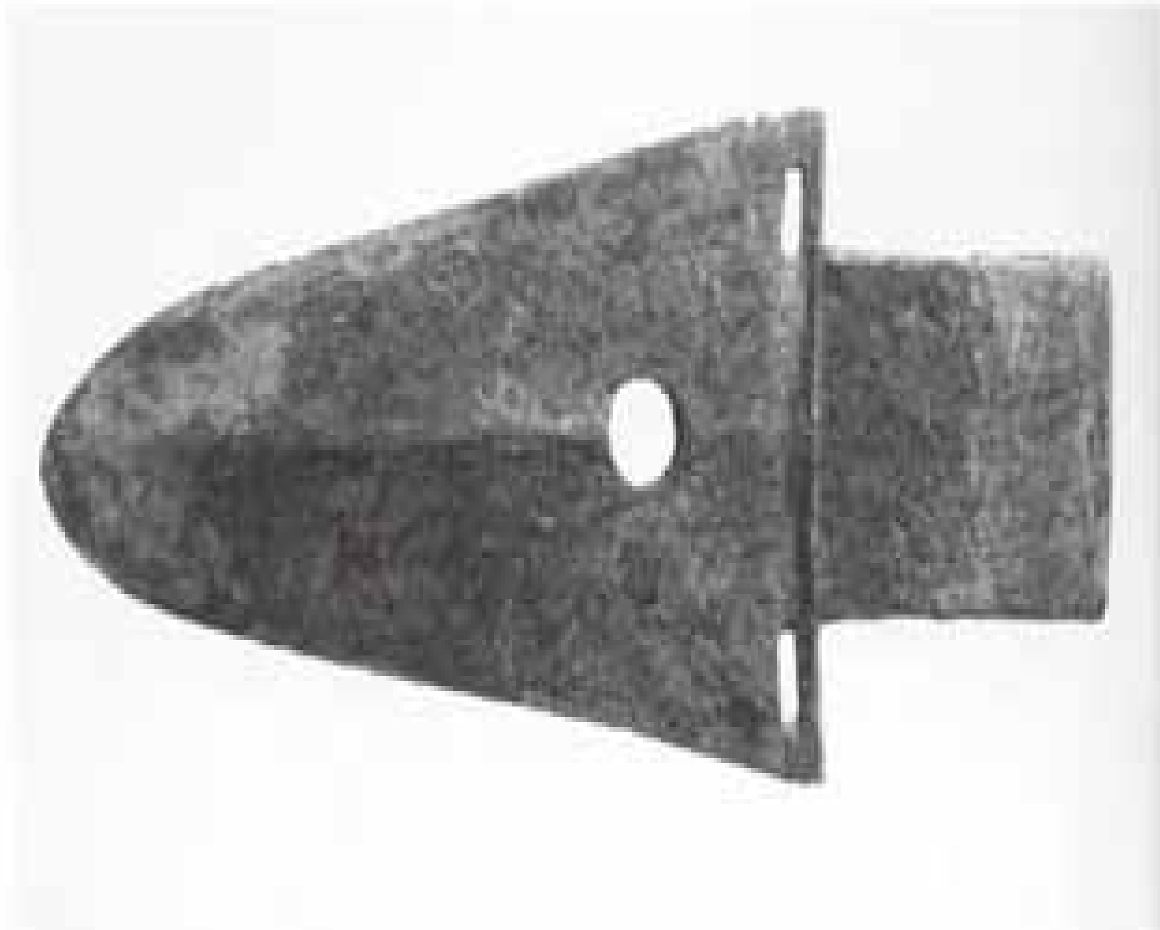
河在商代卜辞中专指黄河之神，与霍山之神的岳，是影响农业收成的两位重要神灵，频繁接受隆重的祭祀。对黄河之神使用戈，应有正面的意义，绝不是要对之有所加害。而此“戈”字又作横线之前另有一个三角形的援（），表现与图一的特征一致。其使用的对象既是黄河之神，就比较可能是当作乐舞的道具。

持用武器的舞，古代是只有国君才能有的威权。《礼记·明堂位》：“升歌《清庙》，下管《象》，朱干玉戚，冕而舞《大武》。”“武”字甲骨文作一把戈及一个脚印形（），大半就是表现持戈与盾，宣扬武功的舞蹈。西周一座燕国墓地发现四件有“郾（燕）侯舞戈”铭的铜勾戟，多件盾牌上的铜泡有“郾侯舞昜（yáng）”铭文。湖北荆门也出土一把有“大武开兵”铭文的铜戈，戈上并有手持状如蜥蜴之舞具的舞者的花纹。可证“武”是种手持拿干戈的舞蹈。

《礼记·乐记》有“大武”舞的具体描写：“总干而山立，武王之事也。发扬蹈厉，大公之志也。《武》乱皆坐，周、召之治也。且夫《武》始而北出；再成而灭商；三成而南；四成而南国是疆；五成而分，周公左，召公右；六成复缀以崇。”成排的队伍齐步而挥舞戈盾。它是一种有道具、化装、音乐、歌唱，叙述故事的历史剧。

商代有倒夏拓疆的赫赫历史，也有与洪水奋斗的艰辛历程，肯定会编成乐舞加以表扬，以之享祭祖先的。不用说，这种含有夸耀及镇吓、说教意味的乐舞是舞蹈的最初目的，是种政治的手段。故周代把乐舞纳入教育的项目，想以音乐的德行去教育学子。

上古的人们只顾谋求生活，较少思及以有意识的行动，来让自己或别人欢乐。对一个国家来说，在古代没有比“祀”与“戎”更为重要的事。古人于生产劳动之外，参与祭祀与军事的活动就成为生活上的重要行事。所以与此有关的活动最容易演变成娱乐的项目。手舞足蹈是情绪的自然反应，音乐节其拍而歌唱则叙述内容。礼仪如无宴飨及歌舞助兴，气氛就太沉闷了。



图一

三角形两穿援的青铜戈

长二十点五厘米，商代晚期，约公元前十四世纪至公元前十一世纪



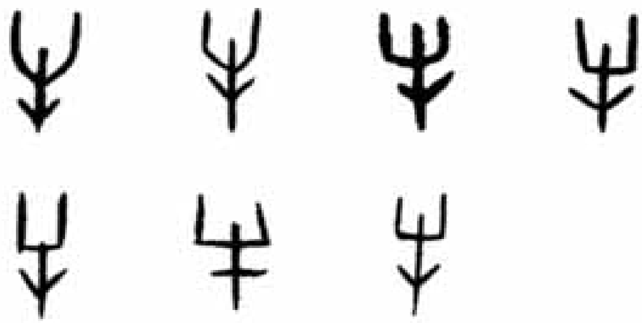
图二

〇二三

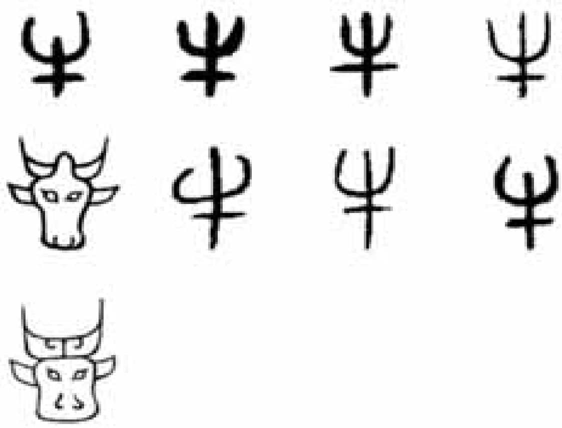
牛，任劳任怨

牛：以头部形象代表牛的种属。

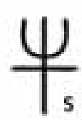
商甲骨文



两周金文



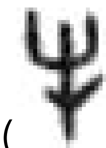
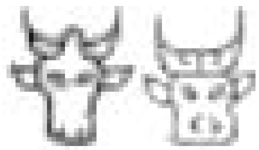
秦小篆



现代楷书

牛

牛的体形高大，壮硕魁伟，属于哺乳纲偶蹄目的动物，在历史时期是中国最重要的家畜。人类驯养家畜虽已有万年以上历史，但牛的驯养却相当迟慢，尤其在中国，要到五千多年前，牛骨才普遍见于遗址，且能肯定是家养的品种。公元前八九千年时，气温比现在低很多，只有华南较有人迹。这个地区温湿，适宜猪、犬的活动，故先有猪、犬的饲养。后来华南的人们北移经营农耕，也把猪、犬带去，所以华北的早期遗址才有多猪、犬而少牛、羊遗骨的现象。

牛的形象，与其他动物的最大不同是有粗短的双角，故甲骨文的“牛”字，就以头部的形象来代表其种属（）。金文的族徽符号则描绘得更为逼真（）。牛虽然是个庞然大兽，但经过长期驯养以后，性情温顺，甚至孩童都可以牵引而加以指挥。相信在被驯养前，牛也相当凶猛不羁。起码古人见其体形高大，且有尖角，一定不敢想象它是温驯的动物，因而迟疑将其驯养成家畜的动机。

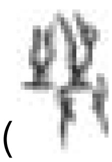
牛全身没有不可用的材料，但最大的用途却是它的力气大。牛行走平稳，有耐力，能够载重致远。在古代，如果没有牛的负重致远能力，就难远征方国，建立霸业。

牛对于经济的最大效益是耕田。牛耕可以连续翻土，加速翻整土地的速度；可以深耕缩短休耕期，提高农地利用率，无疑都是对农业生产有巨大影响的技术。中国的传说：“稷之孙曰叔均，是始作牛耕。”《古史考》则以为距今四千六百年前的少昊氏时代已有牛驾，至夏禹时才有驾马。根据研究，发展较早的古文明，出现靠牲畜力量拉车和拉犁的时间是相近的，因为它们利用的原理是一样的，如埃及和苏美尔在五千五百年前到四千八百年前之际，已有构造复杂的牛耕拉犁，甲骨文可以证明商代也有牛耕。

牛在家养的初期也与其他野兽一样，主要是当人们的肉食供应。不知是因牛肉味美，还是体形高大，牛是商、周以来最隆重的祭祀牺牲。从甲骨文知道，当时牛有幽牛、犁牛、熯（旱）牛、骍牛等的区别。为了要取悦鬼神，祭祀时有时还要卜问牛的性别及年龄。《礼记·

王制》有“祭天地之牛角茧栗，宗庙之牛角握，宾客之牛角尺”。祭天地要使用刚长出如栗子的角，肉嫩味美的幼牛。幼牛的角质软弱，有可能被鼠咬啮而损伤，故还有卜问改用牛只之事。“头角峥嵘”“栗角炽光”就是以这种最尊贵的幼牛来比喻人的才质高超。若宴飨祖先或宾客，就使用价值较低的青壮牛了。于文字，就在牛角上加一横画表示一岁，甲骨文就见有用四横表示四岁的牡牛字。其他的动物就没有得到商人的这种对年龄的特别注意，并为之创造专字。

到了东周时候，牛耕的经济效益受到主政者的重视，不再是一般人的肉食供应，限制其屠杀，故《礼记·王制》有“诸侯无故不杀牛，大夫无故不杀羊，士无故不杀犬豕，庶人无故不食珍”。东汉以后又受佛教教义的影响，人们更少吃牛肉，牛几乎成为君王赏赐大臣的珍食了。

以牛的形象造型的容器应该名之为牛尊，但图一这件器口的一端有斜伸的宽流，上头有可以开阖的盖子，则是属于匜（yí）或觥的特有形制。匜一般作圈足，这件则忠实地表现牛站立的形象。其宽流无疑是为了倾倒水、酒一类液态东西而设。甲骨文有一个字，作双手操作有鋬（pàn）的曲形容器而倾倒液体进入另一个盘皿之状（）。从字形看，明显就是匜的写生。这种铜器经常重七八公斤，不用双手就难以操作，也符合字形作双手的必要。商代不以盘皿饮酒，故倾倒进的应该是水。

学术界一般称有盖的装酒的为觥，无盖的装水的为匜。但商代酒器种类繁多，有流的爵与盉（hé）数量已非常多，而盘却没有与之相配使用的水器。中国人在汉代以前用手进食，不以筷子，故吃饭之前最好先洗手。《仪礼·公食大夫礼》记载在安排宴客的器具时，“小臣具槃（盘）匜，在东堂下”。也要陈设盥洗用的匜与盘。《礼记·内则》更叙述其操作为“进盥，少者奉盘，长者奉水，请沃盥，盥卒授巾”。年轻人双手捧着盘，年长的人双手拿匜倒水，请客人洗手，然后又奉上手巾擦干。这是最诚恳的待客之道。

出土文物也有盘与匜成套放置的，匜的铭文也有“为姜乘盘匜”的句子。显然盘与匜配套使用由来已久。商代晚期铜盘的数量不少，不应

没有与之配套的沃水器。除了没有盖子，匜与觥器形相同，功能也一样。没有盖子并不影响倒水的动作，有盖子反而是个累赘，很可能这就是后来匜很少有盖子的主要原因。

或以为觥也使用于祭祀的场面，故不会是盥洗之器。这个理由恐怕不坚强。鬼神是人所创造的，反映人间的价值和习惯。人既然用手吃饭，饭前要洗手，鬼神应该也不例外。记得台湾民间对于某些女性的神，如床头娘娘、七夕娘娘等，除一般的食品外，还要陈放毛巾、水盆以及胭脂等。可见盥洗之具也非绝不能出现于敬神的场合。战国以后贵族沃盥的礼节渐不行，汉代又流行使用筷子，故配套使用的匜与盘就都消失了。



图一

牛形青铜觥

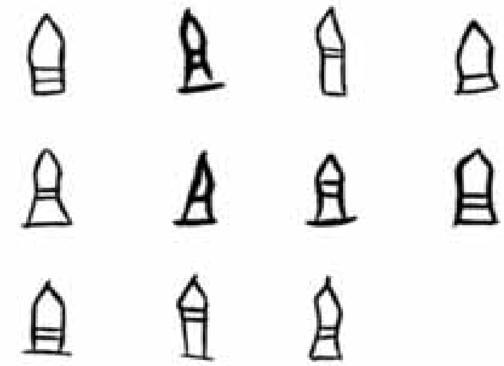
高十四厘米，长十九厘米，商晚期，公元前十四世纪至公元前十一世纪

〇二四

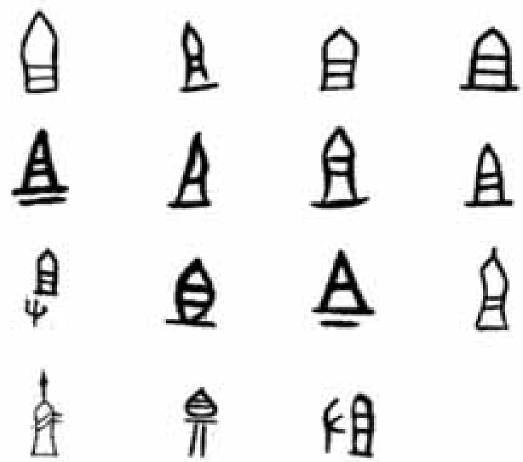
祖，繁殖的根源

且：『男子性器形，为繁殖的根源，用以表达人伦。』

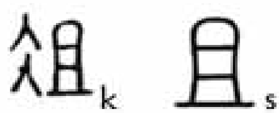
商甲骨文



两周金文



秦小篆



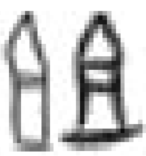
现代楷书

且

上古的人不明白怀孕的真正原因。妇女要在与男性交配了一段时间之后，才会意识到自己已怀有身孕。由于表面上怀孕看不出与男人有直接的关系，古人往往会归因于意识到怀孕时周围发生或存在的特别事物。因此传说中的古代英雄人物，都是母亲与各式各样的现象结合而诞生的。如《史记·殷本纪》记载商朝的始祖是母亲吞食玄鸟蛋之后所生，而《史记·周本纪》则说周的始祖是母亲履大人之迹有所感而生。这样的结合，孩子只知其母而不知其父，子女由母亲养育，继承经由女性。从这个时代的墓葬，女性的陪葬物较男性多，知女性享有较高的社会地位，即所谓的母系社会。

如此经过了一段很长的时期，人们发现男子要为怀孕一事负责任，因此就制定一男与一女的对等婚姻制，规定男女结为夫妇便是永久的性伴侣。婚姻制度大大地从不对等的群婚制迈进了一步。它表示人们对生育的原因已有相当多的了解，即生育是特定男女之间的结合，而不是女人与精灵的结合。

婚制对于社会的结构及进步起着相当大的作用。这时已知父亲为谁，而男子掌握生产力，转变为有较高的社会地位，中国大概在五千年前进入父系社会。种族能否生存下去，大大取决于生殖能力的强弱，于是人们最大的希望是后代能代代坚强地永远繁殖下去。《孟子·离娄》："不孝有三，无后为大。"充分表现没有子孙在中国有史的时代是种很严重的缺憾。

商代对于高过二个世代的男性统称为祖，"祖"字的源头是"且"，甲骨文描绘男子生殖器的形象（）。古人的平均寿命较短，家庭的成员也不复杂。一个家庭很难有超过三个世代同时存在的情形，故不必做三个世代以上的区别。以男子的生殖器代表祖先，表示此时已明白女子怀孕生育的根由在于男性。对生物界来说，没有比繁殖更为重要的事。所以古人并不认为生殖器是猥亵的，反而认为是值得崇拜的。如旧石器时代的塑像特出妇女的胸、腹、臀等部位，即反映对生殖女神的崇拜。中国古代也有对石祖、陶祖等男性性器的崇拜，所以创字的人把它给画了出来。

图一这幅绢画画两位人物。右边是男子，头上结发而戴袱头，举左手并持拿画直线的工具矩。左边是女子，头梳髻，举右手并拿着画圆圈的规。男的右手与女的左手相搭在肩部。两人上身都穿宽袖的短衣，但两腰部相连而穿裙子，下体作蛇身而交尾，相互纠缠如丝束。头上画日，脚下画月，四周并满布星座。这两个人是中国人的创生者伏羲与女娲，他们的作用是保护墓中的死者。

汉代墓葬中的画像石常见雕刻伏羲与女娲的形象，有时以日与月替代规与矩而高高举在手上，一般不出现星宿的图像。此图案带有保护死者魂魄的意义。以伏羲与女娲图像充当保护死者的观念，不知何时传到游牧民族的地区，并改变为绢画的形式。新疆吐鲁番地区从公元五六世纪高昌时期开始，一直到唐代都有所发现。

传说伏羲和女娲是中国民族与婚姻制度的创造者。《古史考》记载："伏羲制嫁娶，以俪皮为礼。"俪皮即一对鹿皮。《风俗通义》则记载繁殖人类的方法，说女娲治平洪水而天地刚开辟，尚没有人民，女娲就捏黄土作人，由于没有时间及耐性继续塑造，于是把绳子放到泥中，一抖绳子，一坨坨小泥巴都变成人，所以也有了富贵与平庸人之分。这个神话或者可以理解为人终不免一死，故女娲创立婚姻，让人们自己去繁殖后代。

台湾南势阿美人有创生神话。一对兄妹是日神和月神的子孙，他们共同乘坐一个木臼逃避洪水的灾难而漂流到台湾，发觉他们是人类仅存的两人，为了让种族能继续繁殖，只好结为夫妇。但是他们有兄妹不许接触腹部与胸部的禁忌，一直不敢发生夫妇的关系。有一次哥哥打到一只鹿，就剥下鹿皮而晒干它，并在上头挖个洞。这样一来，兄妹的身体就可以用鹿皮隔开，不破坏禁忌而达到交配繁殖的目的。所生的子女也分别成为许多部族的祖先。

台湾的创生神话与伏羲、女娲的传说有许多共同点，都与日月发生关系，发生在洪水之后，主角都是兄妹兼夫妇，鹿皮是遂成婚姻的重要媒介，都与蛇有关。阿美人故事的男主角在语音学上与伏羲属同一个演化的范围。兄妹遭遇洪水，通过各种巧合而繁殖人类的故事，屡见于中国各民族的传说。其中以阿美人的传说最接近事实，也合理地解释了鹿皮在婚礼中的作用。以鹿皮隔开身体而不破坏禁忌，也很符合草昧时代人们的心态。

中国后代文明人对古代社会发生过的事，虽有意加以隐瞒，但并不能去除一切与之有关的习俗。所以鹿皮与婚姻礼仪的关系，也始终模糊地被保存到后代。只有在未完全开化的社会，较不晓得文饰，因此以鹿皮隔离身体的真相才被保存下来。



图一

彩绘伏羲女娲绢画

长二百零九厘米，宽一百零五至八十三厘米，新疆阿斯塔那出土，唐，公元六一八年至九〇五年

〇二五

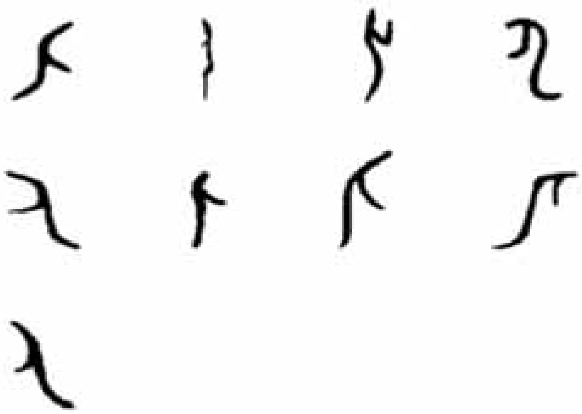
匕妣，象征妇女

匕：『匙匕之形。家务之器具，故用以代表雌性。』

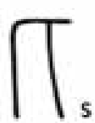
商甲骨文



两周金文

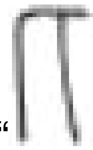
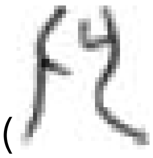


秦小篆



现代楷书

匕

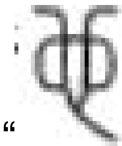
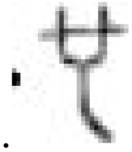
在商代，二代以前的男性祖先称为祖，女性祖先则称为妣，写作匕。《说文解字》：“，相与比叙也。从反人。匕亦所以用比取饭，一名柶。凡匕之属皆从匕。”上一节已说明，祖的字源“且”，是男性的生殖器形。因此有人以为，与之对应的“匕”，应该就是女性的性器形。不过，从字形看，这个说法是错误的。从图一的青铜匕，可看出“匕”字就是描写勺匙一类的形象（）。有可能是因为音读的关系，才被借用以表达亲属的称呼，但也可能是借用主妇使用的器具以表达女性的亲属辈分。

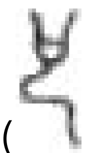
在父系社会，管理家务、烧煮饭菜是女性的职务，尤其是结婚之后。蔬菜是一般人家最重要的佐饭菜肴，而早期时，蔬菜的烹煮基本只用羹汤的方式一途。要把羹汤中的蔬菜取出来就得使用匙匕，所以这类的匙匕都有小孔洞以便过滤汤汁。《仪礼·士昏礼》就说得很明白，陈设餐宴时，“举鼎入，陈于阼阶南，西面，北上。匕俎从设”。匕是从汤中把菜蔬取出来，然后放到俎板上以方便取食。

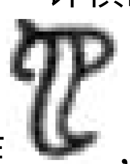
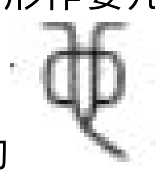
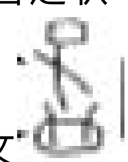
为什么以汤匙代表女性呢？这也是各民族常有的习惯。在古代，生产是一件很危险的事，因怕受到非必要的干扰而产生意外，所以有必要把新生婴儿的性别公告，减少亲友进入探询。根据《礼记·内则》，“子生，男子设弧于门左，女子设帨（shuì）于门右”。弧是男子将来从事武职所需要的弓，帨是妇女于家中服侍亲长用饭后擦拭手的佩巾。故用以分别象征男女的性别。外国也有类似的习俗，男婴强调其武职，经常用刀剑等武器表示。女婴就强调其结婚之后所负的家务责任，不管是使用木炭、匕匙或盥巾，都是表达服侍他人用饭的女性职务。“帨”的较早字形是“帅”，西周的金文就作一块巾悬挂于门右边之状（）。

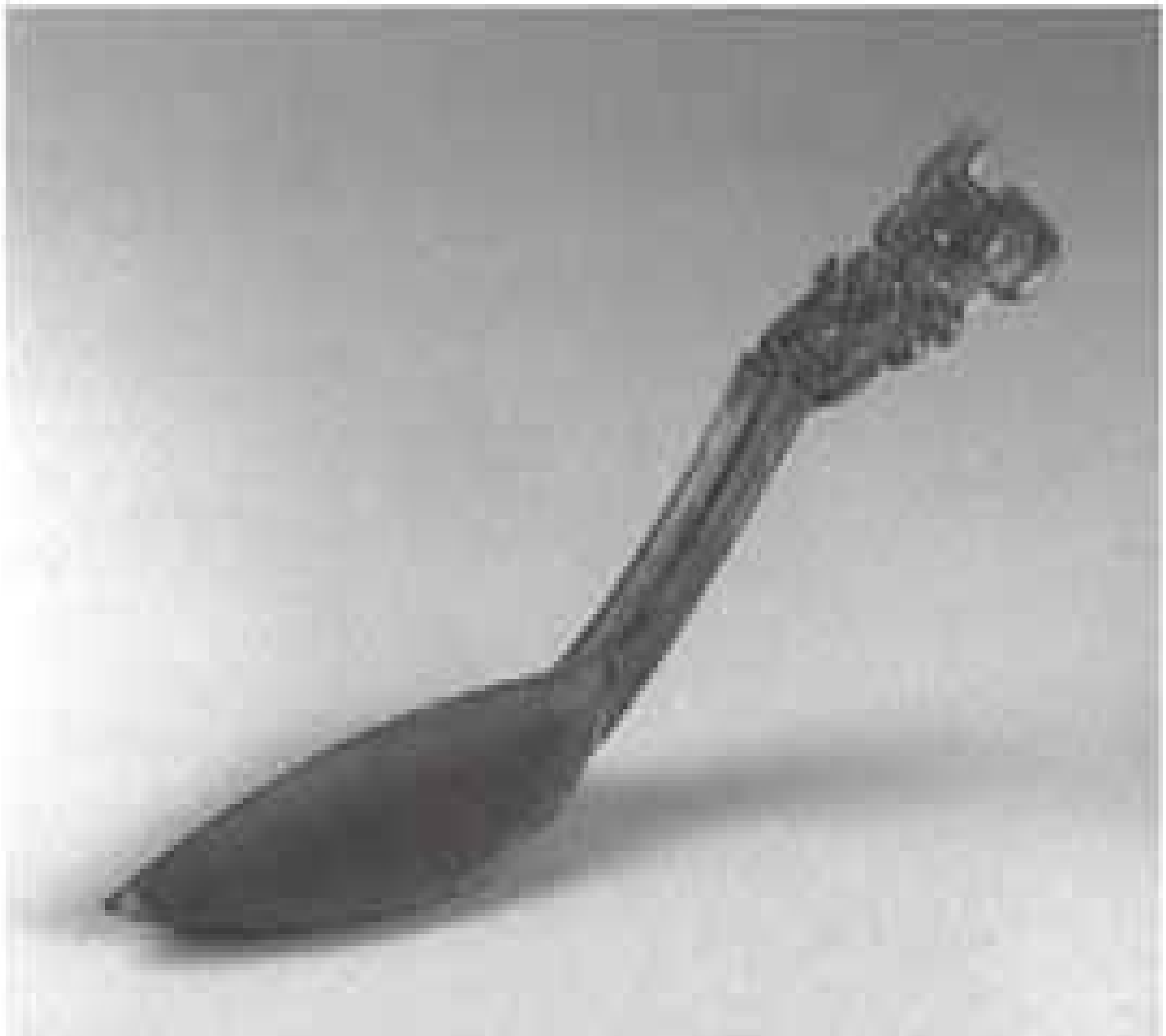
如果男性的性器可以用来创造有关男性的文字，那么理论上女性的性器应也可以拿来创作表达女性的文字。两河流域的楔形文字就是

如此。但是不知何故，中国却以女性的坐姿表达，以后再介绍。

中国早期最有权威的字典，许慎的《说文解字》，对“也”字的解释竟是：“，女阴也。……，秦刻石也字。”女阴（女子的性器）之说，让很多人觉得难以接受，但此书的字义向来是非常可靠的，所以段玉裁的注解就说：“此篆女阴是本义，假借为语词。本无可疑者，而浅人妄疑之。许（慎）在当时必有所受之，不容以少见多怪之心测之也。”

平心而论，许慎的说解的确有令人疑惑的地方。就目前的资料言，“也”字（）作为语词，最早见于春秋中期的《栾书缶》。秦刻石以及后来的隶书都是承继这个字形。这个字形虽然还看不出其创意，但肯定与女阴无关。

许慎的说法也许不是杜撰。金文的“匜”字是个形声字，“也”的部分作，或有可能是小篆“也”字的来源，但此字更像一条蛇。倒是有个甲骨文“毓”字，创意是妇女产下婴儿之状，有可能就是许慎女阴之说的来源。其两组创意，一作妇女已产下头朝下的婴儿，并伴随着血水之状（）。另一字形作婴儿已滑出子宫之状（），此即后来的“育”字。小篆的形似甲骨文的下部，正是女阴的形象。



图一

透雕龙纹青铜匕

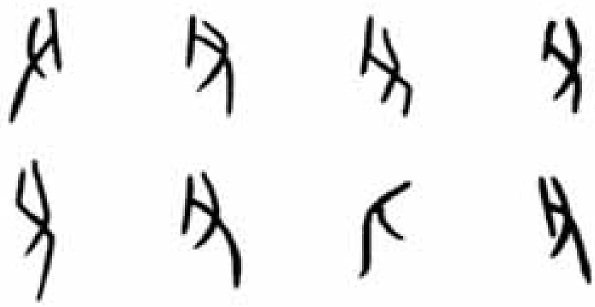
通长二十六厘米，西周早期，公元前十一世纪至公元前十世纪

〇二六

父，男子之职

父：『手持石斧的劳动者，借为亲属称呼。』

商甲骨文



西周金文



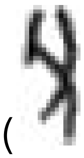
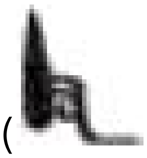
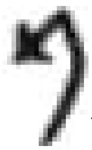
秦小篆



现代楷书

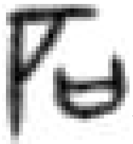
父

小孩子开始学会说话时，亲人最想教的内容，没有比父母或祖父母的称谓更为殷切了。祖妣已经介绍过了，现在介绍父母。

甲骨文的“父”字作一手拿着石斧之状（），斧头已简化成一直线。金文的字形就很传神，斧头作上锐而下圆之状（）。人伦的意义很难用图画表达，故借用同音的字，后来为了与本义区别，就加上有柄的石锛形（）的“斤”字而成为“斧”字。

以石斧的形象作为父亲使用，有人以为是具有特殊意义，认为石斧表示男性对女性，或父亲对儿女的权威。其实，它可能只表示源自新石器时代的两性分工而已。石斧是那时代用以砍树、锄地的主要工具，甚至到青铜时代的早期，仍旧是男子工作的主要工具。使用石斧的时代主要是母系氏族的社会，那时还没有对等的婚姻制度，子不知其父，由母亲负起养育的责任，能有效地控制子女的劳动成果。那时财产的继承权是经由女性，男子并不特别尊贵。孩子称呼母亲的多位伴侣或兄弟为父，只因他们是劳动力成员，并不含特别的可亲或可畏的成分，更谈不上权威的问题。商代也还未分别亲父与叔、伯、姨、舅等父的关系，一律称之为父。到了周代，其分别才逐渐确立。

人类之所以体能比不上很多野兽，却能成为万灵之主，其最重要的原因是能利用自然的材料来制造工具和武器以猎取野兽、种植作物，适应生活的需要。自然界里最多、最容易被人们利用的素材大概要算木料和石头。捕杀野兽，石头远比木料有效，因为石头厚重而坚硬，才能给予野兽致命的伤害。破裂的石块有锐利棱角，也是理想的切割工具。它便利砍伐树木，剥取兽皮，以增广可资利用的生活素材。

有锐利棱角的石块可当致命的攻击武器。当一二百万年前人类懂得打裂石块以制作工具时，就进入了旧石器时代。甲骨文的“石”字就表现了人类着眼于有棱角的锐利石块的使用，作有锐利边缘的岩石之一角形（）。古人以石器挖掘坑陷以捕捉野兽，避免直接与野兽对抗的危险，就加一坑陷之形，以表达石器用于挖掘的用途。一旦进步到磨制更为称手、更有效的工具，就进入新石器时代。磨制的石器使形状更合理想，用途趋向专一，增强刃的锋利度，减少使用时的阻力，可发挥更大的作用。中国大致在一万多年前就进入了新石器时代。

石器的制作从矛、镖、镞等武器开始，渐及生活所需的切割、刮削器，方便农耕的锄、铲、刀、镰，最后为地位表征的斧钺、圭璋、璜佩等。在青铜器发明前，使用最多的工具是石头的斤与斧。斤的切面是横的，斧的切面是直的。甲骨文与金文的字形，表明石斧原先不装柄，直接拿在手中使用。但这样，打击时的反弹力容易伤到手掌，故而改善成装柄使用。图一这件全体磨制得非常规整的石斧有使用过的耗损痕迹。石斧早先是直接装柄，后来才改进挖小圆洞，用以加强捆缚的强度。这一件从两面对钻，属早期的钻孔技术。从尺寸看，是装短柄而单手使用的。



图一

磨制石斧

长十四点九厘米，青莲岗类型，约公元前三三〇〇年至公元前二五〇〇年

○二七

母，妇女形象

母：『标明女性之有膨大乳房者为已生育之妇女。』

商甲骨文



两周金文



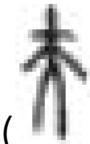
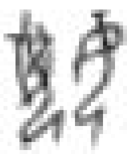
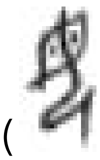
秦小篆



s

现代楷书

母

人的养成，成年是个重要的阶段，表示体格与思考都已成熟，可以参与社会的活动，因此很多社会都会有仪式以证成这个资格的取得。中国古代，成年之前让头发自然下垂，成年后就可以梳发结髻。男女都用发笄把头发束紧，并固定在头上不使松散。所以表达成年男性的“夫”字，就作一个大人的头上插有一支发笄的形状（）。对应地，妇女头上插了笄的也表示已经成年的女性。男女成年之后就可以结婚生育子女，所以甲骨文代表母亲的“母”字就有用插骨笄的女性表达的（）。但是，成年的女性不一定都已经结婚生子，所以不多用这个字形。另一个字形，作一位跪坐妇女有丰满的乳房形（）。两手之间的点就是乳房的形象。女性要生产之后才会制造乳汁，可以喂食婴儿。养育子女是作为母亲的最重要天职，故以有哺乳经验的妇女去表达母亲的地位，再恰当不过了。

中国到底于多少年前开始使用发笄束括头发，这是很难从地下考古证知的，因为可以制作发笄的材料有些是很难在地下保存的，譬如木与竹。或以为始自燧人氏，这自然是猜测之辞。若以不腐败的材料制作的，约八千年前的裴李岗文化遗址就已发现了很多骨笄。

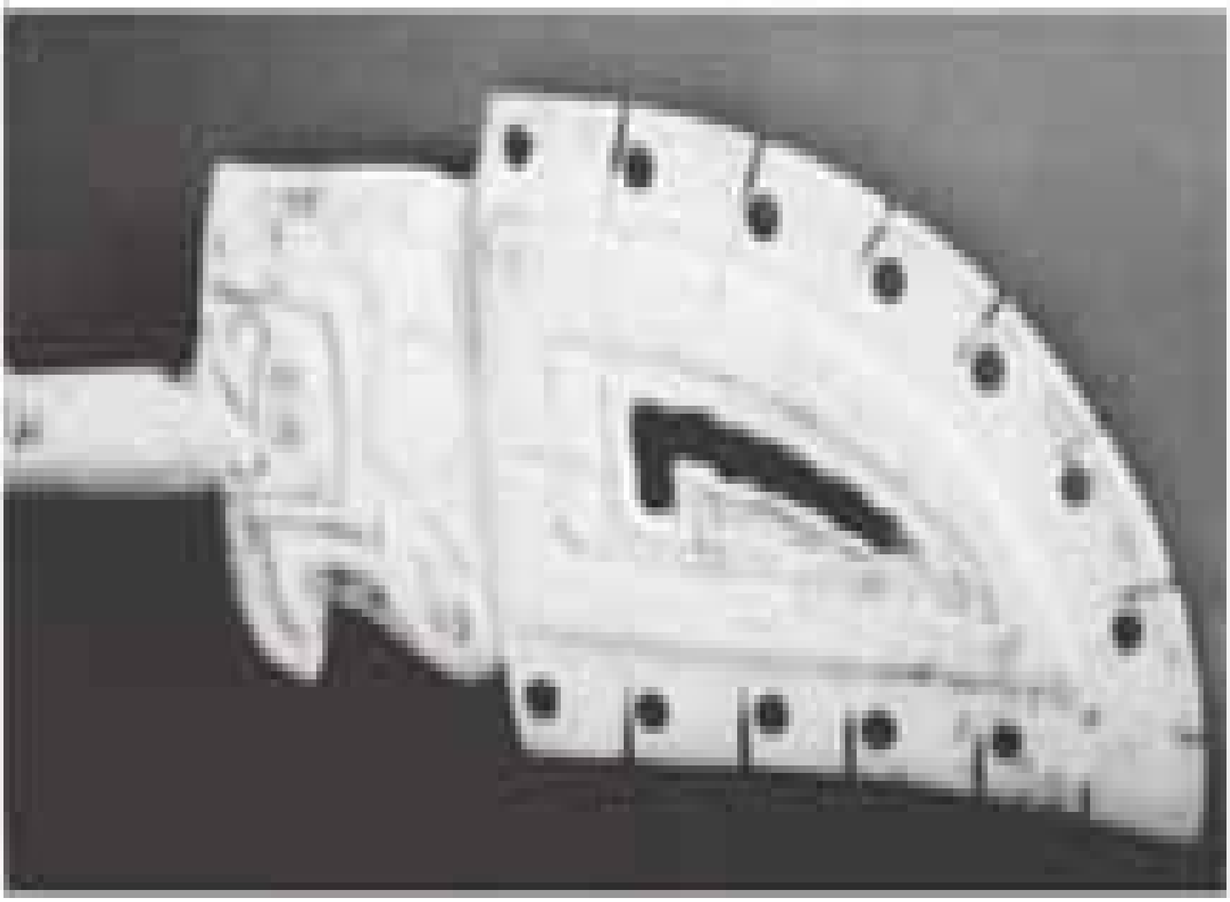
束括头发使不松散，只需一支发笄就够了，所以一般说，男性只用一支发笄。但妇女讲求装扮的美丽，可能就需要多支了，而且花样也要有所变化。这种现象在四五千年前的良渚文化时期已然。在一座商代的坟墓里发现，某妇人头部的周围竟遗留了十数支发笄。有时一座墓葬的骨笄数量可达五百，可想见其时需求量之多。

当阶级尚未形成时，骨笄的使用除方便工作外，还有基于爱美的追求。不少初民的社会，作为领导阶级的人有插骨骼、羽毛等物以炫耀于受其统治的族人，并以之向外族显示其崇高地位的措施。可以肯定，这种阶级社会的功能也可从发笄见到。

商以前的骨笄制品多朴素无文。商代雕骨业发达大致由于金属刻刀的使用。商代出土过铁刃铜钺，表示人们已了解铁的锐利性质，故有可能进步到以铁工具雕花。图一的四件骨笄都是商代的。细长的柄用以插入头发固定发结，稍大的端部则显示在外，起着装饰的作用。简陋的骨笄无半点雕镂，但高贵的就有繁缛的端部雕刻。图一右边三件作繁简不等鸟形的较常见，最左边作戴高耸羽毛的人头形的属于最繁缛的例子。其上环列羽冠的十二个钻孔可能还用以系挂色丝、响铃一类的装饰。在阶级分别严明的社会，衣饰是最常见的地位表征，雕饰繁缛的骨笄价格不但昂贵，恐怕也不是一般人所能随意穿戴的，所以一般规模小的坟墓就见不到这样形式的发笄。



图一



图二

图一、图二

骨笄

长十二点五至十四厘米，河南安阳妇好墓出土，商代晚期，公元前十三世纪至公元前十一世纪

〇二八

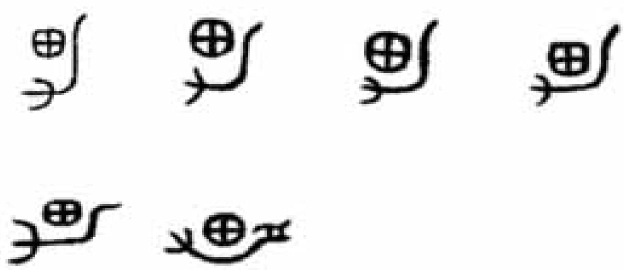
男女，职业分工

男：『以田地及耒相会意，耕作乃男子之职。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

男

女：『两手交叉垂放在膝上的妇女跪坐形。』

商甲骨文



两周金文



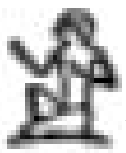
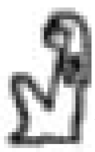
秦小篆

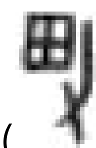


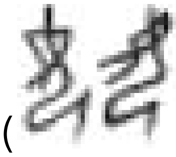
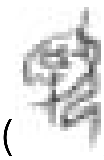
现代楷书

女

男与女因为与生俱来的体质不同，从旧石器时代以来就有习惯性的分工，男的从事费体力的工作，女的就做些比较不费力气，像食物采集、烹饪等家务一类的工作。在早期的社会，即母系社会，妇女因为有生育、抚养、教育儿女之职，从而控制儿女的生产成果，有更厚实的经济力，因而社会地位比较高。但是，一旦男子在生育过程中播种的事实被理解后，由于男子有更大的生产力，转而由男子负起养育的责任，从而掌握更多的财富，主导社区的活动，进入父系社会。文字体系是进入父系社会之后才产生的。那么，如何创造表达两性的字，受到什么样的影响呢？

古埃及的象形文字，以一位坐着的双手有动作的短发男子表达男子的性别（），女子则用一位坐着的没有手动作的长发女子表达（）。其分别所在，似有两点：一是头发的长短，一是手的动作。前者是形象的差别，后者可能是工作的差别。根据有名的《埃及文法》这本书（等于中国的文字学），以一般男性形象所造的字有五十六个，而以女性形象造的字才七个，表示除非有需要特别指出与女性有关的事物，否则就以一般男性的形象概括之。这与商代甲骨文的现象一致，说明这是父系社会的习惯。

甲骨文的“男”字以田与力组合（），力是挖土的耒耜（lěi sì）的形象，因此是表达在田地以耒耜耕作是男子的职务。可是这个字很少被使用到，主要用于表示某人的男性后嗣，而非一般的性别。在商代，头发的长短与性别无关，而是与成长的阶段有关，故不能如埃及以头发短长来分男女。由于这时已是男性主导的社会，家庭以外的工作大都由男性充当，所以人的形象作侧立或跪坐形（），一般就指男性而言。大部分的字也以男性的形象创作。若要指明是女性的，这时才用“女”字，以女人的形象创作。

甲骨文的“女”字，作一跪坐的人两手向前而相交之状（）。似乎表达中国男女坐的姿势不一样，但是文献并没有如此的反映，塑像也是无别。那么为什么在文字上要做如此的分别呢？一个原因是创字者的有意识的区别，一是源自生活的习惯，即是说，在日常生活中妇女比较多做这种双手交叉的动作。这是怎样的动作呢？甲骨文的“乳”字，作一妇女给怀中的婴儿授乳之状（）。孩子在一岁以前，可以说离不开母亲的怀抱。男子白天要出外工作，婴儿只得留给妈妈抱养。就算男子下工回家了，也想休养体力，恐怕也没有时间抱孩子。以前甚至有个信念，青壮年男子不该入厨房，不抱小孩的。想来抱小孩是妇女常见的、特有的姿势，因此被取为代表女性的形象，是女性专有的职务。

图一这件瓷枕是宋代有名的定窑白瓷，除底部素胎外，通体施白釉，塑造一个男孩以左臂垫头，右手在左臂之下而拿着有丝穗的绣球，上身长袍加外罩，下身长裤，两足翘起，穿着软鞋而伏卧于有雕饰的床上之状。两眼圆瞪，胖嘟嘟的稚气模样，令人喜爱。其造型含有人们生育男孩的愿望。瓷枕常见装饰男孩手持莲叶的图案，通过谐音的隐喻，含有“连子”，即世代有男性子孙的希望。或更有一只鸭在男孩之旁，鸭子谐甲的音，即“子连甲”，希望子孙接连登上进士的甲榜（图二）。



图一

卧床男孩形定窑白瓷枕

长三十厘米，宽十一点八厘米，高十八点三厘米，北宋，公元十世纪至十二世纪



图二

磁州窑童子戏鸭图瓷枕

长二十八厘米，宽十六点五厘米，高十二点五厘米，河北磁县出土，北宋，公元十世纪至十二世纪

〇二九

龙，象征君王

龙：『头部有特殊形象的爬行动物形。』

商甲骨文



两周金文

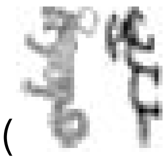


秦小篆



现代楷书

龙

甲骨文的“龙”字，作一只龙之形状（）。本来表现细长的头部，后来因为讹变，使看起来像是头上有角冠。嘴巴的上下颌向外翻转，不像“虎”字强调有力的嘴巴，作牙齿尖锐而内向状（）。龙的身体弯曲，且尾巴永远与头部方向相反。整体的形象有点像昂首竖立的大蛇。但从较早期的图案看，应该是表现一只有短脚的爬虫类动物形。因为中国人习惯在窄长的竹简上书写，所以将大部分动物的字转向，成为头向上而尾巴在下的样子。

龙应该是人们见过的动物。可能因为三千多年前之后，气候长期转寒，龙渐成为罕见的动物，字的形象也慢慢起了变化，商代已讹变为头部有角冠的样子。后来更被神化，选择了九种不同动物的特征，虚构组成：角似鹿，头似驼，眼似兔，项似蛇，腹似蜃（shèn），鳞似鱼，爪似鹰，掌似虎，耳似牛，成为十二生肖中唯一不存在的动物。

中国人对于龙的信仰，至少可追溯到六千多年前。河南濮阳一座外郭形状奇特的坟墓，像是有意以黄道、春秋分日道，以及太阳轨道组成，发现在尸体两旁及脚下，用蚌壳排列成龙、虎，以及北斗的图案（如图一），显然寓有宗教信仰的意义。这只龙的形象颇为写实，有窄长的颜面、修长的身子，短腿，尾巴粗长。

龙的形象虽然有些凶恶，却最受中国人尊崇，被选为吉祥及高贵的象征。许多人希望在龙年生育子女，取得好兆头。不像西欧中世纪的文学美术作品，把喷吐火焰的龙看成恶势力的象征。龙与中国文化圈的关系密切，常被用以代表中国。它盛见于古代的各种传说中，也是古今美术常见的题材。

商代有名为“龙”的方国，龙很可能就是该国的图腾。半开化部族尊崇的图腾，常被认为是该族降生的祖先。绝大多数的图腾都是取自然界中实有其物的东西。春秋时代的铜器铭文有“获龙”的记载。西周早期的《周易》，把龙描写成能潜藏于深渊，飞跃于天空，争斗于地面，流出的血是玄黄的颜色。《左传》记载公元前五二三年，郑国遭受大

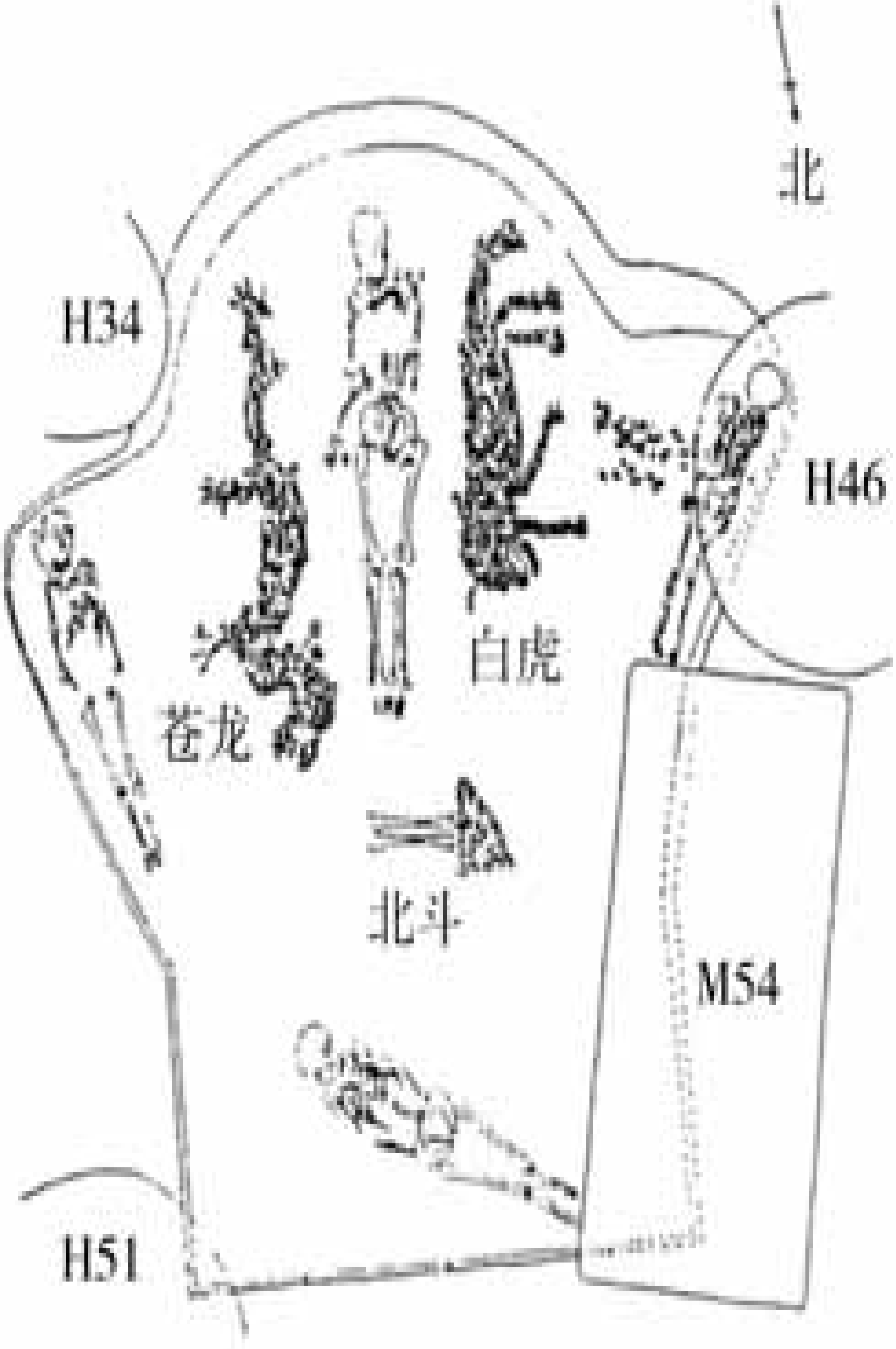
水时，有龙相互争斗于城门外的洧（wěi）渊。在鲁昭公二十九年也记载有龙见于郊的问答，可以看出龙原本是种两栖类爬虫动物的总称。

《说文解字》解释“龙”为“鳞虫之长，能幽能明，能细能巨，能短能长，春分而登天，秋分而潜渊”。爬虫种类繁多，习性各有不同。也许人们把不同形状及种属的爬虫化石都当作龙看待，导致龙能变化形状的传说。唐代《感应经》有如下的描写：“按山阜冈岫，能兴云雨者，皆有龙骨。或深或浅，多在土中。齿角尾足，宛然皆具。大者数十丈，或盈十围。小者才一二尺，或三四寸，体皆具焉。尝因采取见之。”龙能致雨之说，可能和栖息于长江两岸的扬子鳄的生活习性有关。扬子鳄除了没有角外，身躯、面容都酷似龙。扬子鳄有秋天隐匿，春天复醒的冬眠习惯，每每在雷雨之前出现。古人常见扬子鳄与雷雨同时出现，雨下自空中，因此想象它能飞翔。或以为扬子鳄能预感，下雨之前会鸣叫，所以被误会有致雨的神力。认为龙有降雨的神力，起码可以追溯到商代。甲骨卜辞有“其作龙于凡田，有雨？”问是否建造土龙以祈求降雨。西汉的董仲舒于《春秋繁露》中，详载建造土龙以祈雨时，如何依五行学说的原则，在不同的季节，建造不同数量、不同大小的土龙，面对不同的方向，并以不同的颜色，以不同的人数去舞蹈。这种传统延续到近代，农民还要向海龙王求雨。水的供应与农作物收成的好坏有密切的关系，中国是农业的社会，所以龙受到特别的尊敬。

龙后来还成为皇家的象征，很可能与汉高祖刘邦的出生传说有关。汉代的《史记·高祖本纪》有两则有关刘邦与龙的记载。“刘媪尝息大泽之陂，梦与神遇。是时雷电晦冥，太公往视，则见蛟龙于其上。已而有身，遂产高祖。”“为泗水亭长，廷中吏无所不狎侮。好酒及色。常从王媪、武负贳（shì）酒，醉卧，武负、王媪见其上常有龙，怪之。”

汉高祖出身普通人家，有必要编造故事说明平凡人接受天命而登上帝位的合理性。难断定的是，到底是因为龙为高贵者的象征，才据之以编造故事呢，或偶然选择了龙以编造故事，才使得龙成为皇族的象征呢？可肯定的是，选择龙以附会汉天子绝不是基于当时风行的五行理论。因为当时有以为汉朝与秦同为水德，或继秦之后而感应土德，甚至是感应火德，从没有以为汉代是得与东方的龙配合的木德。

图二这件商代铜觥以龙造型，器盖平面装饰长龙，其身子与盖子前端的龙头相接，头上有两只如鹿的瓶形角。器身则装饰侧身的夔龙与下伏的鳄鱼纹。会不会当时已经知道龙与鳄鱼有关？



北
H34
H46
苍龙
白虎
北斗
M54
H51

图一



图二

龙形青铜觥（匜）

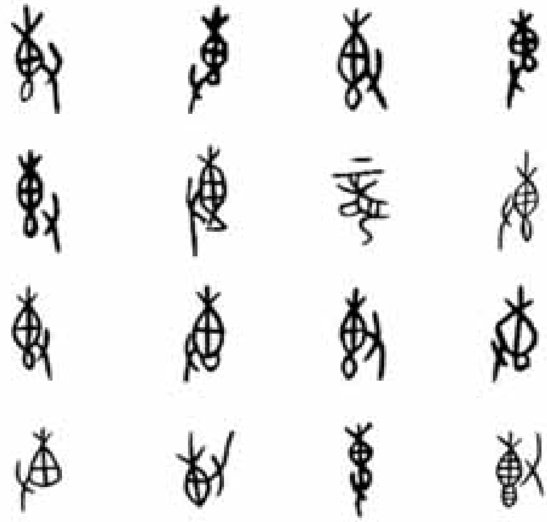
长四十三厘米，宽十三点四厘米，商，约公元前十三世纪至公元前十一世纪

○三○

专，纺织技术

专：『手操作纺砖，纺织为专门之职，工作时要专心，否则会织错花纹。』

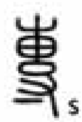
商甲骨文



两周金文



秦小篆

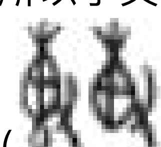


现代楷书

专

从事纺织之前要先对植物的纤维有所认识。人类确实晓得用细线缝制衣物大概可推溯到三万年前。中国发现的骨针，大致以距今四万至二万年之间的辽宁海城遗址为最早，两支以象的门齿制作，一长七点七四厘米，孔径零点一六厘米；一长六点九厘米，孔径零点零七厘米。另一支以兽骨制作，长六点五八厘米，孔径零点二一厘米。以当时的工具，推测应利用植物的纤维以搓线。一万年前常见于华南的绳纹陶器，表面的纹饰就是用绳子捺印的，已能把几根线纠合成股以捆缚东西，更接近纺织必要的技术了。纺织的布，六千多年前仰韶文化的陶器底部见到麻布的痕迹，实物则见于约五千年前的浙江吴兴钱山漾遗址。

具有织布之经济价值的植物纤维有好几种，分属不同的种类，但因麻布最为重要，一般统称有强韧纤维而可以织布的为麻。麻的株茎被割下后干燥几个星期，剖开表皮而久浸于水中以去除杂质，然后捶打以分析纤维。浸泡的水越热，浸泡的时间就越短，一般就用水煮以加速分析纤维所需的时间。分析麻纤维的工序反映于甲骨文的“散”字，作一手拿着棍棒在扑打两束麻，而其表皮已自秆茎分离之状（）。

纺织是很专门的职业。麻的栽种、培养还较简单，若是蚕丝，则工艺非常复杂。从养蚕到织成丝绢，每一步骤都需要专门的技术。桑树的栽培，采摘的次数，蚕虫的品种，喂饲的次数、分量和时间，养育的温度，都与成品的品质有密切的关系。蚕吐丝成茧后的拣茧、杀茧、抽丝、缫丝、织丝，每一过程都需要专门的训练。所以于文字，甲骨文的“专”字作一手持拿着已经绕上丝线的纺砖之状（）。五千到四千五百年前的仰韶文化晚期发现了切割过的蚕茧。稍后的吴兴钱山漾遗址确实发现了每平方厘米，经纬各四十七根线的家蚕丝织品。

纺砖的作用是把丝线缠成锭，以待上机纺织。早期的捻线方式是用手在平面上搓揉，这样进度太慢。后来改良使用纺轮，方法是用杆扦穿过纺轮中心的孔。杆子的一端大致呈锥状，且钻了个可绑上丝线

的小孔。操作时，使纺轮下垂而转动杆扦，纺轮的重量把丝线拉直，并借转动的力量，将线缠绕在杆扦之上而成锭，就可以安装在织机上以待纺织了。纺织之事不但要专门的技术，也要专心工作，否则面对成千上万的线会手忙脚乱，织错了花纹。所以“专”字兼有专门及专心两层含义。纺线时要捻转纺砖才能快速缠绕成锭，也许“转”字也是“专”字的引申意义。这种工作不需体力，女子也比较细心，所以自古以来，纺织就是女子的工作，陶纺轮都见于妇女的坟墓中。图一的纺轮涂绘彩色，转动时产生流动的色彩，增加一点工作的乐趣。

丝织手工业在商代应已有相当大的规模。青铜器上还有不少因铜酸而保存下来的丝绢痕迹。想象当时必有相当多数量的生产，才会以之包覆铜器并随葬于墓中。从痕迹知当时的纺织已达到多层绫织的阶段，也有斜纹提花的丝织物。甲骨文与纺织业有关的字比其他行业的字多，即其具体的表现。

到了西周时代，丝绸已是重要的商品。《诗经·氓》有“氓之蚩蚩，抱布贸丝。匪来贸丝，来即我谋”。战国时代的《管子》有“民之通于蚕桑，使蚕不疾病者，皆置之黄金一斤，直食八石。谨听其言而藏之官，使师旅之事无所与”。说明丝织品在古代是价昂的重要商品，对国家的经济具有决定性的作用。所以桑田要比良田贵上一倍。《史记·吴太伯世家》记载公元前五一九年，两个家庭争夺边界桑树的所有权而导致吴、楚两国打了一仗。

彩绘陶纺轮



图一

彩绘陶纺轮

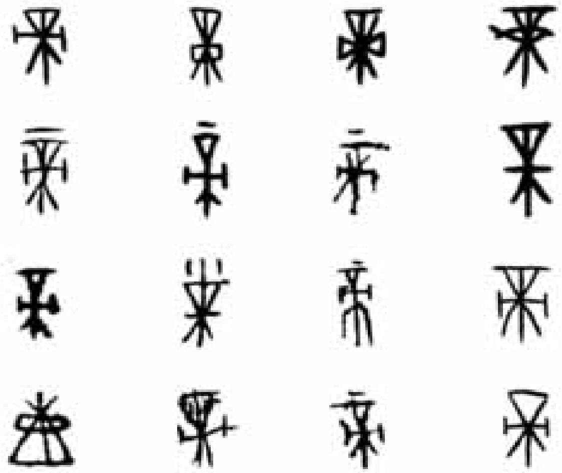
直径三点三至四点四厘米，湖北屈家岭文化遗址，公元前三〇〇〇年至公元前二六〇〇年

〇三一

帝，天帝形象

帝：『或象花朵形，或是捆绑的崇拜物形。』

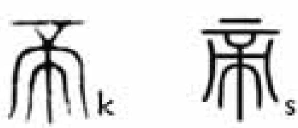
商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

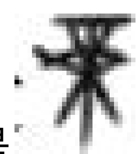
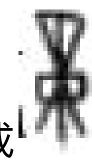
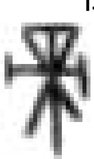
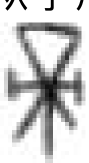
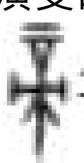
帝

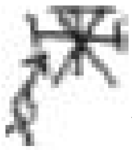
自然界存在着很多令人不能解释的现象，威力又常难抗拒。见到日月更替，四时的转移有一定的规律，就容易想象冥冥之中有造化主宰在控制着。当人们看到草木鸟兽的荣枯有期，也会想象有神灵的存在。到了有阶级的社会时，就普遍产生了神灵的概念，认为它们的威力超过人，对之都有所敬畏而加以崇拜。古代中国人当然也不例外。从甲骨文的占卜可以看出，商人认为自然界的风雨云雷、山川石木、动物以及死去的人都有神灵。

神灵的威力虽有差别，但都可能给人们带来灾难。神灵会被激怒，也会接受恳切的求情，否则与之妥协就成无意义的事了。知晓哪位神灵会降下灾难，或能给予福佑，要供奉什么样的物品才会获得神的欢喜，祭神的最佳效果才会达到，造成巫师等人员的出现。

神灵既是人们想象的东西，自然也离不开人的欲求和需要。既然想象神灵也有人一般的需求，自然要想办法加以取悦，以期降下福佑，起码也不要降下苦难来。神灵本是见不到、摸不到的。但古代的人较质朴，需要有具体的东西以寄托情思，诉求需要。取悦鬼神既成为人们谋求生存的重要目标，就不惜花费也要达成此目的，因此不但有祭祀的行为，也留下很多令人叹为观止的伟大建筑遗迹。

商代最具威力的神灵是帝，也称为上帝。帝有极大的威力，属下有不同能力的神灵，能降下风雷雨雪、阴晴雾霰，能给予人灾祸病苦，但也能赐给福佑康宁。甲骨文的“帝”字，或以为是“蒂”的初形，象花朵与茎蒂相连的形状。以为花是树木结果繁殖的根源，而繁殖是动植物延续生命的根本，是古人膜拜的重要对象。因此可能经由信仰的图腾，演变为至高的上帝。

但从字形演变的常律看，初形应是，慢慢演变成、、、等形状。中间的部分应是从圆圈变矩形，再变为工、一。其圆圈有时写成两弧线交叉，可能为捆绑之形象。甲骨文有

一字作帝形之物为箭所射之状（）。花朵不必大费周章用箭射的方式去破坏。“帝”字的下半部永远作笔直竖立的架子形象，不像花瓣经常作曲柔的样子。而且大型的人偶或立像就有可能因某种缘故而被敌人箭射，故“帝”字比较像一个扎紧的稻草人一类的人偶形，为代表神的偶像。

图一这件二百多厘米高的青铜立像，以及三百九十六厘米高的青铜神树，都出土于四川广汉三星堆的商代祭祀坑，被认为就是当时崇拜的神像。定居的社会可以建造高崇的神像与庙坛，但在游牧的阶段，居无定所，当然无法建造永久性的崇拜物，因此就有可能用捆扎的方式，建造临时性的神像。广汉遗址还出土不少如图二的青铜头像，都有同样的特征：脑后有发辫，眼睛特为宽长，几达耳朵。眼球突出，有的甚至凸出如圆柱。眉毛与上眼眶平行等长，非常宽厚，予人印象深刻。鼻梁直，鼻翼宽大。嘴巴紧闭，延伸至两腮旁。有些还表现戴金色的面具。面具用金箔，以生漆与石灰作为黏合剂紧紧贴着，露出眼睛与眉毛的形象。

这些头像都附有宽大的尖角插座，显然是插在某种结构之上用的。我们可以想象，其完成的作品就是插在草扎的神像之上作为头的部分。中国古代还没有为英雄人物立像的习俗。时代更早，约五千年前的辽宁朝阳牛河梁遗址，发现了依山势修建的神庙、祭坛等建筑物。其出土残缺的女神像，头部就达二十二点五厘米之高。可见古代中国有竖立大型神像加以崇拜的习俗，因此以神像的形式来表达至高上帝的意义是非常可能的，所以才不惜花费加以修造。



图一

青铜立像

通高二百六十二厘米，人像一百七十二厘米，晚商，约公元前一三〇〇年至公元前一一〇〇年，四川广汉三星堆出土



图二

金箔面罩青铜头像

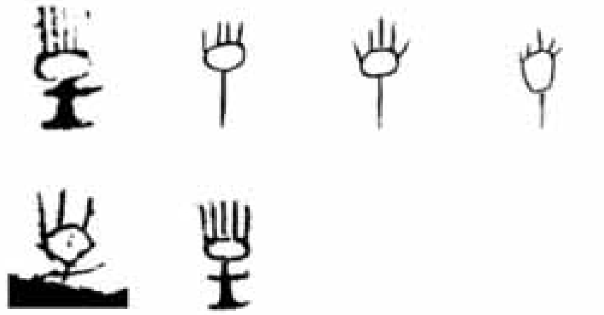
高四十二点五厘米，晚商，约公元前一三〇〇年至公元前一一〇〇年，四川广汉三星堆出土

〇三二一

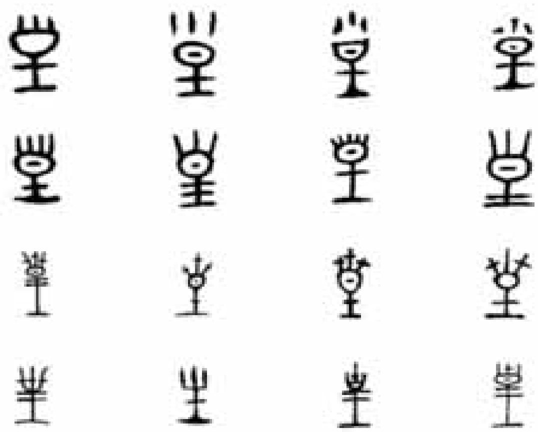
皇，辉煌羽帽

皇："象装饰孔雀羽毛的舞蹈用美丽帽子形。形容词。"

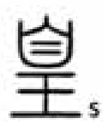
商甲骨文



西周金文



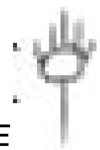
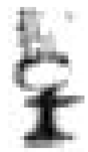
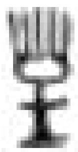
秦小篆

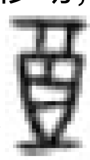


现代楷书

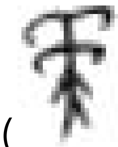
皇

在商代，人间最具权威者为王，神仙世界则为帝。后来死后的王也被尊称为帝。周朝沿用王的称号以称在世或去世的王。东周时王室衰微，有些诸侯的实力远较王室为强，大概认为应该拥有比周王更具威风的名号。秦与齐曾一度采用帝号，也许因此人们兴起以帝来命名传说中黄帝以来的帝王。后来，好古的人士更以具有伟大、辉煌等形容意义的“皇”字，称呼传说比黄帝更早的三皇。到了秦始皇帝统一中国，他认为自己的威权和统辖的领域超过所有古来的政治人物，乃采用“皇帝”合一的名号。此后的当政者，不管其能力及疆域的大小，都无愧地承继这个最伟大的名号。“王”就成次一级政治人物的称号了。

商代的“皇”字作、、等形。创意是什么呢？说法很多：或以为取象灯座之上的火光辉煌状，或以为象王戴着冠冕之形，或以为象冠冕之形。晚商一块骨板上所刻的图案（图一）可以帮助我们了解“皇”字的创意。骨上的图案表现出一位戴高帽的神祇或贵族。其帽上装饰着弯曲的角状东西，正中则插了一支高翘的羽毛。羽毛上端有孔雀眼花纹及三簇分歧的羽梢。它正是“皇”字所表现的形象。“皇”字下半的三角部分就是头戴的帽子的本体，一横可能是弯曲的角状装饰，有三分歧的圆圈就是孔雀羽毛尾部的特写。“皇”字着重羽毛装饰，故古籍中“皇”字被用为五彩染羽装饰的帽子或舞具。“皇”本义为有羽毛装饰的美丽东西，故在铜器铭文中被引申为伟大、壮美、崇高、尊严、闲暇、辉煌等形容词。

图二这件四千多年前的大口陶缸，由于底部尖圆，无法自立，故下部应该是埋在土中使不会被轻易移动，恰如甲骨文“奠”字所表现的，埋置一个尖底器下部于地中之状（）。这类陶缸都很高大，大致盛装大量的水，安置在公众的场所，譬如工作或狩猎地作为水的供应站。陶缸上往往在靠近口沿的外壁刻画一个符号，大致表示所属的氏族，以免他人占用。这件所刻的也是有高长羽毛装饰物的帽子。

年代稍早的良渚文化遗址，也发现神祇或贵族戴羽冠的纹饰。中国传说创立冠冕制度的是黄帝。传说黄帝的时代是约四千七百年前。时代相近，看来传说有相当大的可信度。

冠冕可能在衣制中最不具实际效用，却是很多民族的权威象征。人们往往因过度夸张其象征作用而有损其实用性。帽子的效用，我们可以想象，第一是增加美感。因此甲骨文的“美”字就作一人的头上装饰高耸弯曲的羽毛或类似的头饰状（），来表示美丽、美好等意义。自旧石器时代晚期以来，人们就晓得借用他种东西来装扮自己，时代越晚，花样也越多。到了贫富有差距、阶级有区别的时代，人们就以罕见、难得的饰物以表现其高人一等的身份。因此帽子也很自然会演变为地位的表征之一。譬如北美的印第安人，其酋长的羽毛头饰就远远胜过其他的成员。中国云南发现一处少数民族的崖画（图三）。其人的头饰与“美”字的形状一模一样，身子越大，其头上的羽毛装饰也越丰盛。绝大多数身子小的人，就没有任何头饰。头饰在古代或氏族的部落，是种很重要的社会地位表征。





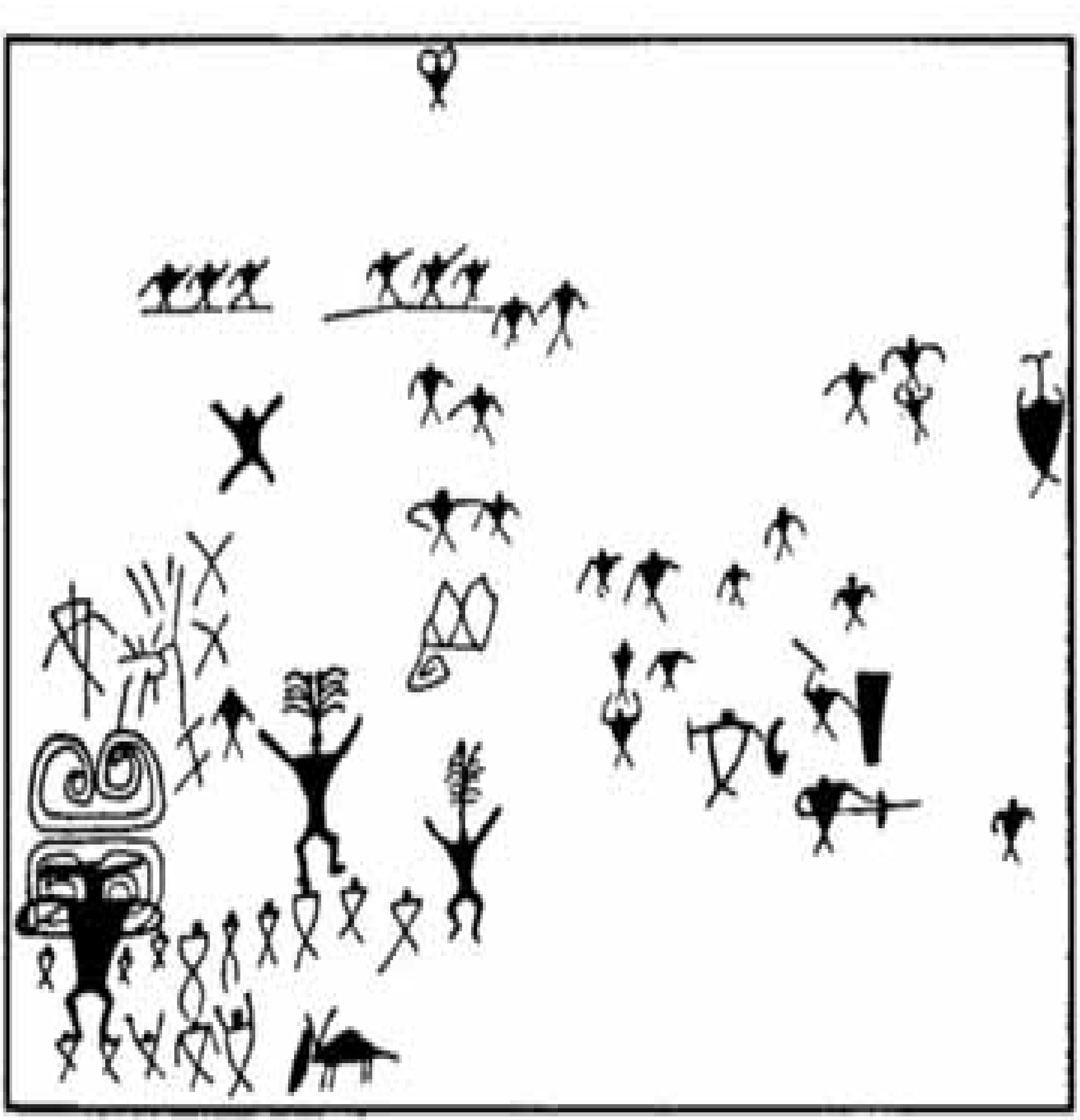
图一



图二

刻符大口尖底灰陶缸

高六十厘米，大汶口文化，约公元前二九〇〇年至公元前二三〇〇年



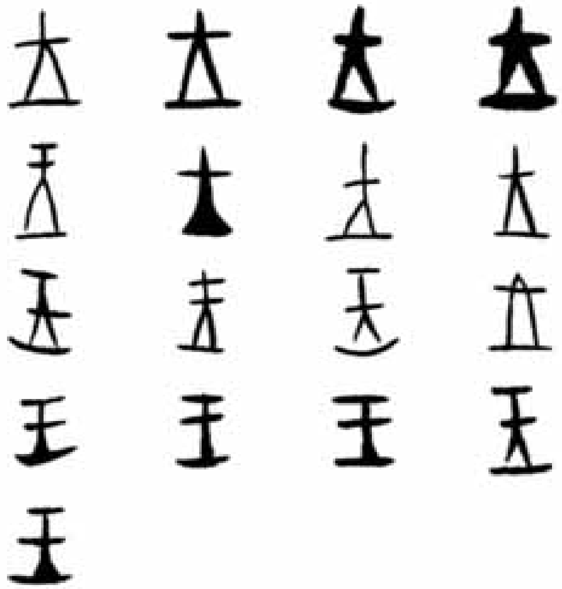
图三

云南沧源少数民族的崖画

王，领导作战

王：『象高帽形。王戴高帽，其指挥才易为部众所见。』

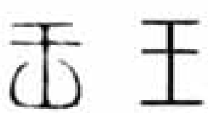
商甲骨文



两周金文



秦小篆

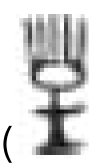
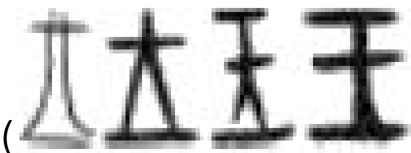


现代楷书

王

人类学家把人类文明的进化区分为三个阶段。第一阶段是以渔猎采集为生的平等社会，第二阶段是以园艺农业为生的有阶级社会，第三阶段约等于以农业为生的多层阶级社会。第三阶段的社会特征是：加强对环境的投资，肯定对产业及领域的所有权，农民为经济生产的主体；营定居的生活；有国家形式；行中央集权的政治组织；社会多层化；有专业的生产组织；为政府服务，包括交税、劳役、兵役等；控制自然资源；禁止私人之间的争斗，有大规模的战争；有专职的神职人员；出现大城市。中国以夏、商、周三代的王朝为进入此阶段的代表，属信史的时代。

此时期掌握政治上最高权力的人称为王。王权虽是种颇为抽象的概念，却是一个有组织的社会或国家所必须有的制度。在有文字的社会，人们一定要想办法用文字去表达其权威与地位。如此抽象的概念，中国是用什么事物去创造的呢？

上文已介绍，“皇”字是装饰高崇羽毛的帽子形（），而甲骨文的“王”字就是去掉羽毛的帽子形（）。古代普遍有以羽毛为高贵者的头饰，就必然有其实用上的价值。而且黄帝的时代已有帽子的创制，但到了有国家组织的多阶层社会，才以帽子代表最高权位的统治者。帽子于表示阶级权威、节庆悠闲形象之外，可能还有应付新形势的更为重要的作用。

竞争是自然界成员为求生存所不能不采取的手段。在寻找必要的生活物资时，当一个部落发展到必须与其他团体争夺自然资源时，如果双方的利益不平衡而又不能回避，为了保全自己，就只有通过各种可能的方法，以达到压制对方的目的，武力一向是其中最有效的途径。尤其是到了经营定居的农业社会，不但有必要组织武力以保护自己辛劳耕耘的成果不被侵扰、掠夺，甚至为了取得肥沃的土地，占有温暖的地域，控制充分的水源，以保证粮食的生产，也有组织大规模的武力以从事经济性的掠夺或占有的必要。不断为不可避免的战争所烦扰的社会，人们被迫接受强有力的中央集权的社会控制，以便生存。

战争是进化到农业社会时所必经的过程之一，其规模由小而大。小规模的冲突不必有人指挥战斗。但是一旦冲突成为大规模时，有成千上万的人参与，就需要有人做全盘性的统筹指挥，才能获得最佳的战斗效果。指挥者如希望他的指示能及时被部下知晓，以应付战场实时的形势，就有必要让部下容易见到他所下号令和指示的措施。同族人的身材大都相差不多，王者的身材也不一定选择高大的。如果没有特别显眼的标志，就很难在人群中辨识其人。一般说，指挥者只有站在较高的地点，穿着特殊的服饰，其举动才易被人所注意。马车在使用的初期并无冲锋陷阵的功能，而商代的指挥者还是选择站在易于倾覆的马车上，很可能就是为了可机动地指挥军队，常处于可移动的居高位置，易于被部下看到，它与高耸的帽子具有同样的作用。

高耸的帽子不利行动，本来是悠闲的形象、不战的象征，原本不应在需要激烈行动的战场上出现。但是，如果指挥者在战场上找不到人人可见的高位置去传布命令，戴上高耸的帽子也可以达到类似的效用。商代铜胄顶上有个长管，就是为了插羽毛一类装饰品用的。很可能就因为如此，在战争时以头戴高耸头饰为指挥官的形象。在古代，头饰是获得领袖地位的重要象征。不但在族群中，族外的人也容易识别此人与其他成员不同的特殊地位。

〇三四

凤，象征高贵女性

凤：「凤鸟象形。」

商甲骨文



两周金文



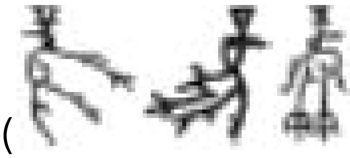
秦小篆



现代楷书

凤

中国的装饰图案，龙经常与凤成对出现，分别代表皇帝与皇后，或象征男与女，为婚礼中所不可或缺的装饰。

甲骨文的“凤”字作某种鸟的形象（）。此鸟头上有羽冠，长尾，且尾上有花纹。铜器铭文提及生凤（活的凤鸟），应该是实有其物的鸟类，很可能是依南方的孔雀或形似的鸟类写生，也有可能因此而被取以代表南方的祥瑞。为了表现其美丽的形象，卜辞都把尾部的羽毛画得很详细。图一这块商代平面玉雕，应该就是表现凤鸟的形状。两面都以阴线刻画出相同的纹饰，翅膀上还用阳文线条表现排列有次的羽毛形象。此鸟的头略为下倾，看来是休息于树枝，两翅不展，长尾下垂的样子。但是此玉佩的中间部分的外侧，即长尾的前端，附带了一个和造型无关的有孔纽，显然是为穿过绳索而佩戴设计的。如果以此孔系绳佩戴，则凤鸟不是直立而是横摆的，但横摆时又不像是展翅飞翔的姿态。到底如何悬吊，令人费解。

这件线条优美、琢磨精巧、晶莹鲜润的玉雕是商代的精品。商代玉雕的刻画技巧还难做精细的线条，纹饰常简单。这件玉雕轮廓虽然简要，对了解凤鸟的形象仍然很有帮助。通过与甲骨文的比较，大致可了解其较确实的形象。其特征有二：一是头上有羽冠，此玉雕的详细造型，三簇纵列的羽冠，可补文字描写的不足；一是长的尾巴有特殊的孔雀羽毛形象，膨胀的末端还有分歧。

古人朴直，不会做没有根据的幻想，古代的图案原先应都是取自实在生存的动物，后来可能由于气候改变，该动物迁往他处，人们见不到真实的形象，就逐步地改变形象，以至于最后成了不存在的东西。中国在三千年以前的气候较现在温暖得多，一些现在已不见的动物，如獬廌，在商代都是常见的。凤鸟后来因罕见而被神格化了，九是单位数中最大的数，为吉祥的象征，于是逐渐以九种不同动物的特征凑合，除基本的鸟形外，又加上鸿前、麟后、蛇颈、鱼尾、龙文、龟背、燕颔、鸡喙等形态，身上五彩齐备，众相并呈，当然就成不存在的神物了。

凤在商代被假借为“风”字使用，后来就在凤鸟之形上加上凡声或兄声以为区别。凤鸟被假借为风，可能也被联想其飞行与风的形成有

关。解说凤为鸟中之王，出行时有成千上万的鸟随行护卫，因而蔚成风势。凤鸟既然具有人间贵族的品格，所以也有非梧桐之树不栖息，无竹子之实不吃食，没有醴泉之水也不饮用的不实描述。凤鸟在中国既然不常见，战国以来就有凤凰出现于太平盛世，带来吉祥的传说。贵为人君的都喜欢听到凤凰来朝的报告，以示自己是仁慈的统治者，治下是太平幸福的世界。

同时，凤大概因有美丽的外形及雅好音乐的性格，又被取以为女性的象征。有不少描写伟大乐章引来凤鸟的故事。如《尚书·皋陶谟》：“《箫韶》九成，凤皇来仪。”既有诗歌跳舞之能，又能带来好运气，这样的女性是最理想的结婚对象。也许因此，后代创造了好多皇后诞生时有凤凰出现的神话故事。尤其是出身寒微的家庭，更需要以此解释能享富贵的合理性。大概也因此以龙凤图案装饰结婚的礼堂。



图一

凤形褐色玉佩

高十三点六厘米，厚零点七厘米，商晚期，约三千三百年至三千二百年前

〇三五

尹君，文官政治

尹：『手持笔治理人民的官员。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

尹

君：“手持笔蘸墨书写的人是统治者。”

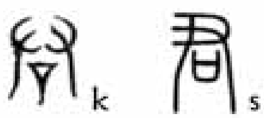
商甲骨文



两周金文



秦小篆

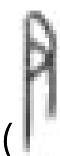


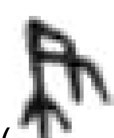
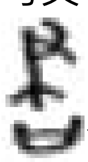
现代楷书

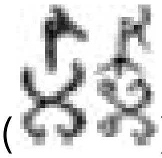
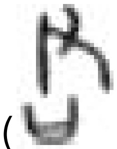
君

图一这件洁白晶莹的汉白玉，描写某位脸形瘦长，留有胡须，头戴束发小冠，身穿宽袖的右衽长衣，双手置于几上，正襟危坐，好像要接受长官训令的人物形象，应该就是汉代文吏的写照。公元八二五年，白居易当苏州的县长时，写有“清旦方堆案，黄昏始退公。可怜朝暮景，销在两衙中”，充分表现大多数读书人期盼当官而业务繁忙的无奈与矛盾心情。

中国的最高政治决策者，叫帝、皇、王、霸。但最高领导人不能事事躬亲处理，势必委托一些官员代为管理比较细琐的事务。这些管理的人员，通称为尹，而官职较高者则为君。后来君的意义被提升至更高的地位，就又有了君王的新意义。到底尹与君是依据什么理念创造的呢?

“尹”的意义是治理人民的官员。或以为它表现官员的一只手拿着棍子，使用暴力惩治老百姓之意。这就错失中国自古以来重视官僚政治的特性了。打人时棍子要掌握下端才能有所利用，但“尹”字所显示的是持拿其上端（）。古代以这种方式持拿的东西，最有可能的是毛笔。目前有大量存世的中国最早文献，是三千多年前用刀刻在兽骨或龟甲上的商代贞卜文字。因此有少数人误会，以为商代的人们以刀刻字做记录。甚至有人以为要等到秦朝的蒙恬发明毛笔后，中国人才有以毛笔书写的事实，不知商代的甲骨和陶片都有以毛笔书写的事实。其实，六千多年前的半坡遗址，从陶器上的彩绘就可充分看到用毛笔的痕迹。我们可以相信，商代的人已普遍使用毛笔书写文字了。

“笔”[1]的初形是“聿”字，甲骨文作一手握着一支有毛的笔形（）。大致是以竹管为笔杆，乃于“聿”字之上加竹（笔管的材料）而成为“笔”字。不蘸墨汁时，笔毛散开。但一蘸了墨汁，笔尖就合拢而可书写文字了。甲骨文的“书”字，作一手握有毛的笔管于一瓶墨汁之上状（），点明毛笔蘸了墨而可以书写的意思。甲骨文的“画”字作手握尖

端合拢或散开的笔，画一个交叉的图案形（）。推知商代普遍使用毛笔，故才以之表达与书写和绘画有关的意义。甲骨文的“君”字，创意与“书”字相似，作手握笔管于一瓶墨汁之上状（），意思是持笔写字的人是发号令的长官。

“聿”与“书”字表达的是有关书写的事，所以把笔的毛给画了出来。“尹”与“君”则是强调拿笔管理人民事务的人，所以把笔的毛给省略了。它们表达了一个很重要的讯息，中国古时的官员是有文化的。

竞争是自然界成员为求生存所不能不采取的手段，当发展到必须与其他的团体争夺自然资源时，为了保全自己，就只有通过各种可能的方法，以达到压制对方的目的，武力一向是其中最有效的途径。尤其是到了经营定居的农业社会，不但有必要组织武力以保护自己辛劳耕耘的成果不被侵扰、掠夺，甚至为了取得肥沃的土地，占有温暖的地域，控制充分的水源，以保证粮食的生产，也有组织大规模的武力以从事经济性的掠夺或占有的必要。不断为不可避免的战争所烦扰的社会，人们被迫接受强有力的中央集权的社会控制，以便生存。为了更有效地遂行战斗，就要有良好的组织，由有能力的人去领导。这些过程终于促成国家制度的建立。由于国家是在不断的争战中成长起来的，武士是从事战斗的成员，所以在西方，武士是被崇拜的对象，经常是最高的领导人，一般的执政官也是军人。但在中国，使用武力是不被赞美的，作为武士也常是不被崇拜的。从尹与君的创意，大致可了解，至迟在商代，作为官吏的重点是懂文字。这可能是因为中国以农立国，需要设立田籍，人民有付租税、服兵役的责任，所以才强调记录技巧的必要。



图一

汉白玉学士圆雕

高五点四厘米，西汉，公元前二〇六年至公元二十五年

注释

[1]“笔”的繁体字为“筆”。——编者注

〇三六

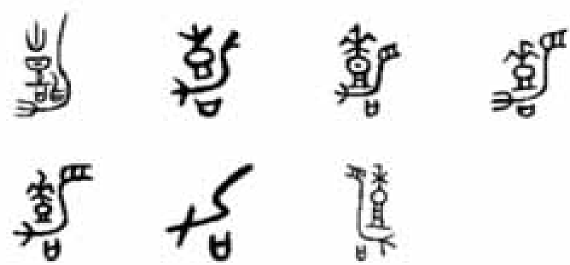
嘉，生育男孩

嘉：『妇女生产可用耒耜耕作之男孩，值得嘉美。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

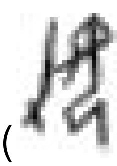
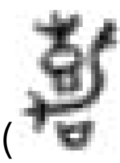


现代楷书

嘉

图一这件五彩瓷碗，是先用高温烧制成白瓷之后，再用不同的颜料，以较低的不同温度烧出不同颜色的图案。如果其中没有红的颜色，便叫素三彩。图案是一群男孩在有山石树木的庭院中玩各种游戏之景。在古代，孩童游戏是普遍受欢迎的图绘题材，清宫中就设有擅长婴戏的画工，待命绘制婴戏图作为皇帝奖赏臣下的物品。

孟子在《离娄》篇有“不孝有三，无后为大”的话，充分表现中国古代的社会没有子嗣是种很严重的遗憾。其实世界各民族普遍都有类似的观念。在较早的母系氏族社会，所谓子嗣很可能只有女儿有资格。但自有文字记载以来，中国就已进入父系社会，已重男轻女，以男孩计算子息的成员了。这种观念在商代的卜辞中表现得很明显。当问及生男还是生女时，男婴称为“嘉”，女婴称为“不嘉”，其歧视女性的态度表现无遗。一篇西周的诗，《诗经》的《斯干》有“乃生男子，载寝之床，载衣之裳，载弄之璋。其泣喤喤，朱芾斯皇，室家君王。乃生女子，载寝之地，载衣之裼（tì），载弄之瓦。无非无仪，唯酒食是议，无父母诒罹”。意思是，若生育男孩，就放在床上睡，给玉器玩，希望以后当上官员，为君王服务；若生了女孩，就放在地上睡，给陶纺轮玩，希望以后顺从长辈的指示，不要做出让父母亲名誉受损的事。父母对男、女孩子的偏心表露无遗。

甲骨文的“嘉”字作一位跪坐的妇女和一把耒耜之形（）。耒是古代男子翻土耕田的工具。此字表达妇人生有一个能劳动耕地的儿子，是值得嘉美的事。这个字的结构有女而无男，也许一般人不容易理解这样的创意，所以到了西周时代，就把“女”换成“喜”（），想来也是表达有男性儿子可耕田是可喜的事。“喜”以鼓与嘴巴组合，表达古代歌唱的喜悦。男孩子不只劳动力高，有较高的经济利益，最重要的还是能延续家族的姓氏。女孩一出嫁就成别家人的了，不能够传承家业。

在父系社会，母亲地位的高低常决定于她的儿子成不成材。以商代王室的继承制度为例。前期是兄终弟及制，以长幼为顺序，无弟弟可传时才传自己之子或兄长之子。这时期王的多位妻子地位都是相同

的，要等到某位母亲的儿子即位了，她才可以享受较其他妻子为高的地位，母以子贵，被授予特殊的名号。但是这种没有严格规定的制度易引起争端。晚期就改为嫡长子才有继承父亲之社会地位的资格，其他的成员只能享有较次的地位。这时也演变成只有一位妻子享有正式的嫡的地位，成了子以母贵，嫡出的子女享有较其他庶出的兄弟姊妹为高的地位。如果因某种原因，庶出的儿子继承了父亲的地位，他的母亲也可以改变身份，享有正式的嫡的地位。总之，没有生育男性儿子的母亲是处于不利的地位的。





图一

五彩婴戏图瓷碗

高九点八厘米，口径二十一厘米，足径七点二厘米，清嘉庆，公元一七九六年至一八二〇年

〇三七

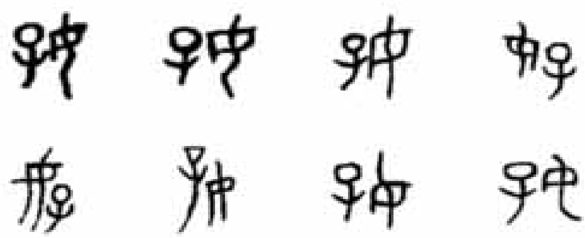
好，生育男孩

好：『妇女抱子，有子可继承家业是美好的事。』

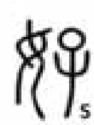
商甲骨文



两周金文



秦小篆



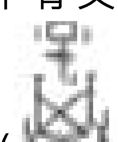
现代楷书

好

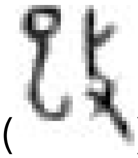
战国时代，木器因为生漆的普遍使用而兴盛，但生漆产量不多，价格高昂，只充当保护与装饰的作用。到了十五世纪，竟然发展到以层层的薄漆累积成一定的厚度而作为器物的材料，并雕刻立体的图案。这种工艺叫雕漆，因所雕主要为红色的漆层，故或称剔红。

图一这件十八世纪的长方形雕漆橱柜，堪为精品的代表。在高低不等的深绿与黄褐色的底漆上有朱红色的立体图案。主题是以白玉琢磨成的多群孩童在以建筑、山石为背景的花园里兴高采烈地游戏。漆柜的门里头有两个各有五个抽屉的橱柜。每个抽屉都用白漆写着“御制诗”，以及“初集戊”“二集甲”等编号。乾隆皇帝写过四万首以上的诗篇，这个柜子有可能被放置在龙椅的一角，以便随时存放及阅读自己的诗稿。

上文所介绍的“嘉”字，甲骨文作一位跪坐的妇女和一把耒耜之形。耒耜是古代男子耕田的工具，推测“嘉”字表达了妇人生有一个能劳动耕地的儿子，是值得嘉美的事。类似的创意还有“好”字，甲骨文作一位妇女和一个男孩之状（）。此男孩都位在女子之前，可能表达妈妈抱持孩儿的景况。西周时代有人没有注意到创意的重点，有时把男孩画在女子的背后。“好”字在甲骨文中只见作为人名使用。人名不会是创造的本意，“好”字一定自有本来的意义。周代“好”字使用为爱好、喜好，应该就是本来的创意。男孩是将来主持家计，继承家族名号的人。有儿子继承家业是人人喜好的，这个创意是很容易理解的。

能有后代延续家族的传统虽是人人希望的可庆贺的事，但有时因某种原因，比如多胞胎、非婚生子、食物不足，或因某种宗教信仰，世界各早期的社会，不但女婴，有时连男婴也被抛弃。甲骨文的“弃”字，作两手拿着簸箕抛弃尚带有血水的新生婴儿之状（）。有时更包括两手持一段绳索（），明白表现绞杀的动作。从这个字形也可以知道所抛弃的不全是死婴。人们既然以此习俗来表达

废弃的概念，就不会是太偶然的现象。可能古代婴儿的夭折率高，故抛弃的事例多。

甲骨文有一字作手拿棍棒扑打“巳”（人的胞胎）之状（）。可能“巳”与“己”字形相近，后来被写成“改”。有些社会，如果生下来的婴儿是畸形或死亡的，往往有用火烧炙，或切割成多块的虐待行为，有些还要将之埋在众人走动的地下。所以有人解释，异常的生产是邪气进入母体所造成的，故要切割之、烧炙之、凌辱之以驱逐邪气，希望下一胎就可以产下正常的婴儿。但是根据贵州、湖南、台湾等地的创生神话，由于早期人们多近亲交配，常有畸形婴儿的产出。神就告诉人们的祖先，要把肉球切成数块，以后生产才会有完整的婴孩，因此这些地方的人类才得以繁殖。也许这一类的信仰才是切割死婴或畸形婴儿习俗的真正起源。



图一

嵌镶白玉孩戏图的多色雕漆橱柜

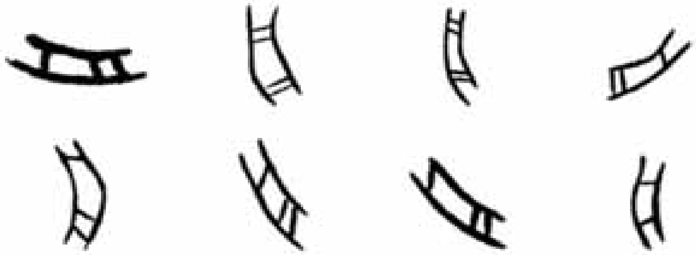
高四十一点五厘米，清代，公元十八世纪

〇三八

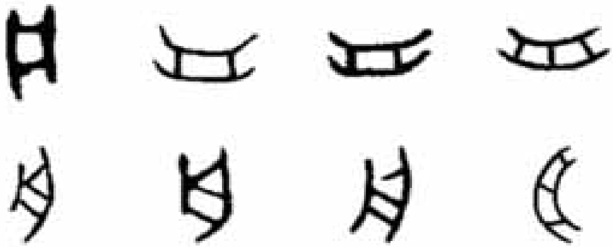
舟，木板拼装之船

舟：『象多块木板接合之船形，有突出之船头尾。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

舟

朕：『双手持器具填补船的板与板之间的隙缝。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



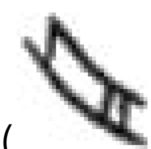
现代楷书

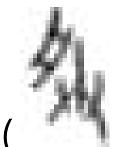
朕

图一这件银制的立雕，造型是一位放眼前方的文士，悠闲地坐在一段枯木所挖斫的木槎（chá）上之状。这样的题材常见于古代的装饰工艺品，应是表现西汉张骞乘坐木槎探查水源、访寻仙迹的传说，大致带有希求长生的愿望。此银雕做工精细，人物神情栩栩如生，堪称佳作。据所勒的铭，知是元代著名的浙江银作工朱碧山所造。

白银在欧洲是常见的工艺材料，一直到现在，都有很好的银器制作传统。但在中国，因本土的储藏量稀少，到春秋时代因楚国加入中原的政治舞台，才渐有以银为贵重金属，充作贸易的货币，很少用来制作生活的器具。历代只有唐代才普遍以之制作各类日常生活用品。这种现象也许与唐代的国威远播，西方各国争相前来贸易，以白银交换中国的丝绸有关。元代的银制工艺品流传不多，所以此作品弥足珍贵。

独木舟的稳定性差，载重量有限，商业的利用性不高。要集合了许多木板，拼装成有舱室的船，才会增高其稳定性和载重量，达到水运要求的经济与快速的效果。根据战国与汉代的文献，一船的载重量可当数十辆牛车。顺流而下，速度可以超过辎重车马十倍，而且不耗人力，经济和军事上的价值非常明显，所以水运的利用开始得很早。《尚书·禹贡》谈到夏禹时代各地方献上土贡的路线，只有在没有适当的水路时才采取陆路。

甲骨文的“舟”是个象形字（），中间是船身，突出的两端分别是船头和尾部。从字形看，应该就是由多块木板组合的船形。用木板组装的方式才能突破木干宽度与厚度的限制，拼装成载重量高的大型船只。所以有必要证明甲骨文的“舟”字，所描绘的已是由众多板块所组装的船。

甲骨文的“朕”字，作两手拿着工具在船体上工作之状（）。“朕”使用为第一人称代名词，一定是假借的意义。《考工记·函人》里的“朕”字有隙缝的意义，很可能就是“朕”字的本义。板块组装的船，最要紧的地方是把船板之间的隙缝填塞，使紧密而不渗水。渗水的话，就会下沉。舟船的外形与古代的鞋履形状相似，故或以为“朕”字表现手拿针线缝制鞋子而留下隙缝之意。但此字表现的是双手持拿器具之状，使用针线缝制鞋子不必使用双手拿针，故造船的解释较为适当。

六千多年前的浙江余姚河姆渡遗址发现了划水的木桨。同时也发现了企口板，那是在木板的侧面开凿出企口来容纳另一块有梯形截面的木板，使两块木板紧密衔接成不通隙缝的平面。而这个地区五千五百年前的遗址也发现了生漆一类的木器保护涂料，可以用来填补木板间的隙缝使不渗水。木板间的隙缝不漏水是造船的起码要求，理论上五千多年前中国已具有制造舟船的必要技术了。从“朕”字可推论商代有木板组合的船应该不成问题。但防止木板接合之处漏水有相当大的困难，是种特别而不是人人能掌握的技术，造价应该相当贵。所以东汉时候虽已进步到建造多层的楼船，独木舟还是多次发现于江苏、浙江、福建、广东、四川等水乡地域的秦、汉遗址。



图一

银制张骞乘槎访仙圆雕

高十一点四厘米，宽七点五厘米，长二十二厘米，元，至正乙酉（公元一三四五年）朱碧山造

○三九

肙，蚊子幼虫

肙：『象蚊虫一类幼虫蜷曲之状，头部讹成口，身子讹成月。』

商甲骨文



两周金文

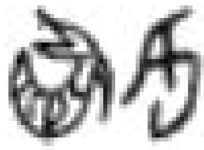
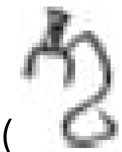


秦小篆



现代楷书

肙

甲骨文有个字（），开始的时候被学者误以为是“龙”字，以为取象龙的形状。这个字在甲骨文中用于有关生病的场合，学者试用声韵假借的方式解释此字的意义，但总觉得有些勉强与不妥。甲骨文另有“龙”字（），上文已经介绍过，有学者认为是扬子鳄的象形字。龙的尾巴一定与头部反方向，而这个字却是同方向，所以一定别有所象。后来解了谜底，认为这个字应该是“肙”（yuàn）字。因字形演变，使头部写成像口、身子像肉之状，所以才不容易认出来。《说文解字》解释“肙”字的意义是小虫。那到底是什么样的小虫呢？蚊子的幼虫在放大镜下，和这个字形非常相近。“肙”在甲骨文中的意义是蠲除、排除，如问“有疾身，不其肙？”（王的身体生了病，能不能得痊愈呢？），“妣庚肙王疾？”（妣庚的神灵能够去除王的疾病吗？），“作御，妇好肙？”（用攘除的仪式，妇好就可以得到痊愈吗？）。

为什么商代的人会以蚊子的幼虫去表达排除的意义呢？理由应该是，蚊子叮人吸血，不但会痛，也能传染病疾，人们很想消灭它。如果让蚊子长成而能飞来飞去，就不容易扑灭，最好是在未成形的幼虫阶段就消灭它，故以蚊子幼虫去创造消除的意义。去除蚊子幼虫以消除病疾的卫生观念可能不始自商代，而在约五千年前的红山文化时期就已形成了。

图一这件文物是红山文化遗址常见的。描写的生物，头顶上有两个大耳朵。这件的耳朵形状作不太规整的半椭圆形，有些则作斜在一边的三角形。有一对张开的圆眼睛。有的只作一道短洼线条，好像是闭着眼睛，或处于睡眠的状态。嘴巴前凸，很像猪的形状。额前和鼻子的部位都有好几道约略平行的长洼线，大致表现皱褶的脸部。身子卷曲，有的像这一件几乎与下颌相接，但完全分离如玉玦之状；有的则在里头的部分相连，没有完全分开。

这到底是一只什么样的生物，是实有的，还是想象的？学者议论纷纷，有的说它描画中国人尊重的龙。或因其头部像猪，因此称为猪龙。但是，龙的身上有鳞片，此物光溜溜的。龙的尾巴与嘴巴反方

向，此物是同向的。远古的人较不会做没有根据的幻想，这种形象一再出现于红山文化，其原型一定是基于实际的生物。

这种玉雕的尺寸有大有小，小者才七八厘米，大者十五厘米。在背部都有一个钻孔，可以穿过绳子佩戴。从出土的位置判断，常是一大一小佩戴在胸前，而非后来常见的佩戴于腰际。这种对当地社会具有相当大意义的生物是什么呢？这件玉雕穿起绳子悬挂时，头略下垂，很像蚊子的幼虫寄生在水面上之状。学者认为佩戴这件玉雕不但是为了装饰，也有祈求吉祥与护身的目的。在我们所知的生物里，没有比蚊子幼虫的形象和姿势更为接近此字的了。如果它确实描写蚊子的幼虫，就有可能是此地的人曾被蚊子所苦，因此佩之以祈求避免。能够领悟到消灭蚊子幼虫为去除蚊害的根本之道，商代的人既已经有如此的观念，不能排除红山文化时期的人也有同样的思考。



图一

青色岫岩玉猪龙

高七点九厘米，红山文化类型，约五千五百多年前

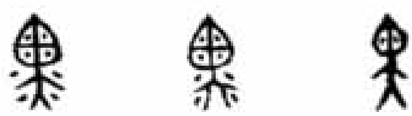
〇四〇

黑，犯罪记录

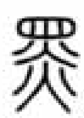
黑：『犯人脸及身上所刺的黑色纹样。』

商甲骨文

两周金文

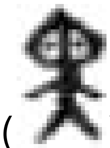
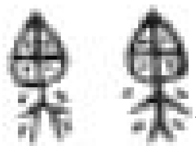


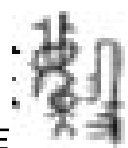
秦小篆



现代楷书

黑

《说文解字》给予“黑”的字义是“火所熏之色也”。颜色属抽象的意义，很难用图画表达。古人却很巧妙地用与黑色有关的事物去表达。西周的金文，作某个人的脸上刺有花纹之状（）。后来在人身上也加了黑点（），身子再与头部离析而成“炎”，所以被误会为炉灶烧火所留下的黑烟色彩。为何要在脸上刺字，又一定是黑色的呢？原来那是古代最轻微的刑罚，轻度伤残身体，但留下永恒的记号以为警诫之用。脸上刺纹后，习惯用烟炱（tái）涂在纹上而留下永久性的黑色记号，所以一看到刺纹的图像就可以理解为黑色的意义。

图一这件倒水让人洗手用的铜匜，出自陕西省岐山县董家村的窖穴。在器盖与腹底铸有铭文，叙述有位小贵族触犯了诬告上司的刑法，依法应该接受鞭打一千下以及刺纹之刑。但小贵族认了错，付了罚金，所以赦免之，不加刺纹而改鞭打五百下。铜器上表达刺纹之刑的字作，左上部分是一个有眼睛、有眉毛的人，那是古文字用以表现贵族的手法。右半部分作手持拿刺纹的工具，连刺纹的尖针也给画了出来。左下则是“黑”字，一般的受刑人。想来这个字强调受刑人是个贵族，所以特别把贵族的形象添加上去。

为什么要设刑罚呢？人的体力有限，要靠群众的力量才能与动物、植物甚至其他的人群争夺自然的资源。人很难离开团体而生活，而生活的空间也不容独享，所以期望大家都遵循一定的生活习惯和准则，使能维持大家之间的和平和安宁而不生纠纷。此人人遵循而可预期的行为准则就是法。但是法要与罚相辅相成，才能达到制衡的目的。罚是维持法则顺利施行的手段，如果某人的行为超过社会所能容许的范围，就要接受惩罚，以为震慑之用。

随着社会的进步，组织扩大，尤其是生产的效率提高，人们有余力可以提供他人的需求。于是逐渐产生以罪犯从事生产，创造财富的念头。于是统治者就想出了不太妨害工作能力的永久性肉体创伤以为

警诫，并展示于公众之前以收震慑之效，确立权威。《汉书·刑法志》说：“禹承尧舜之后，自以德衰而制肉刑，汤武顺而行之者，以俗薄于唐虞故也。”禹是中国第一个家王朝的创立者。龙山文化的时代，墓葬中有受过截断脚胫之刑的人，反映其时社会约制的加强，表明国家的建立与严厉刑法的推行有连带的关系。它是社会演进的必然趋势，与风俗的厚薄无关。

《尚书·吕刑》说周代有“五刑”的刑罚三千条例，违犯了刺墨之刑的有一千条，割鼻之刑一千条，断脚之刑五百条，去势之刑三百条，死刑二百条。刺墨虽是永不能消除的耻辱标识，但还不妨害身体的功能。其他的肉刑就对身体机能有所损害。商代虽还不见“黑”字，但反映这五种刑罚的文字都已有，甚至还有挖眼的刑罚。

在胸上刺纹并染红本是中国古代的一种处理死亡的仪式，有放血出魂，前往投生的意义。大概人们看到它可以留下永不磨灭的痕迹，改填充以黑墨而施于脸上，表示代替死亡的赦免。它完全不影响受刑者的工作能力，又可作为震慑他人的活动告示。对于违犯轻罪者，不失为一个好办法。



图一

青铜匜

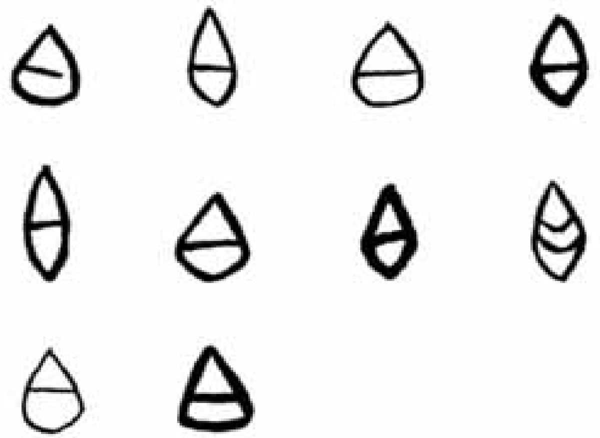
高二十点五厘米，长三十一点五厘米，重三点八五公斤，西周中前期，公元前十世纪至公元前九世纪

○四一

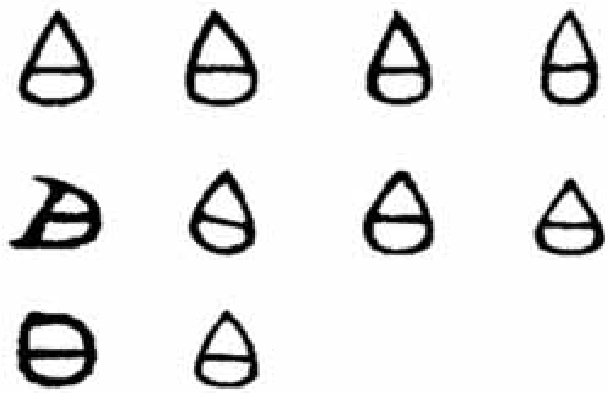
白，大拇指

白：『大拇指形。』

商甲骨文



两周金文



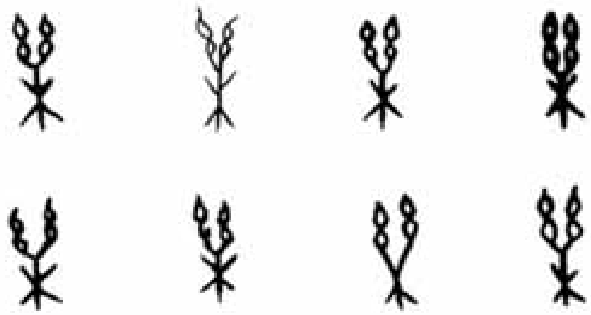
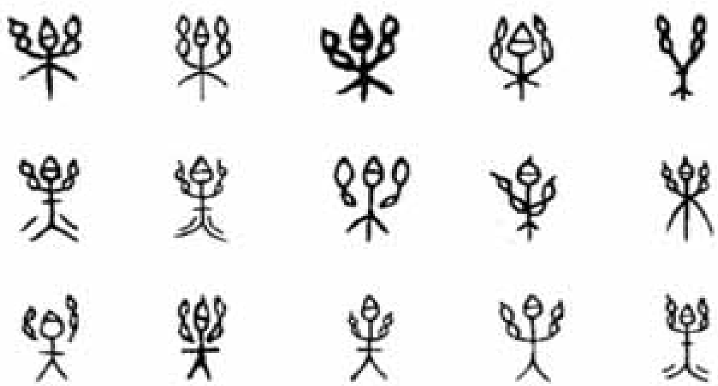
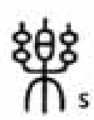
秦小篆



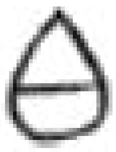
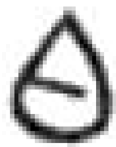
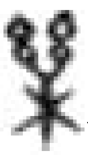
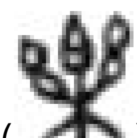
现代楷书

白

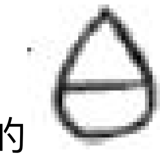
乐：『木上安弦线之乐器。』

商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	
现代楷书	乐

黑色的对比是白，白的色彩也是生活中常碰到的，到底古人如何使用文字表达呢？中国古代想象宇宙是由木、火、土、金、水等五种物质构成。战国晚期，驺衍把这些物质，配合东、南、中、西、北五个方向，青、赤、黄、白、黑五种颜色，春、夏（孟夏、季夏）、秋、冬四季，认为这些元素很有系统地依次序轮番主宰宇宙，从而影响人间政治的更革；认为商代得金德，故以白色为尊。但是从出土的文物看，自新石器时代以来，中国人就普遍喜爱光鲜的红色及黑色，并以之为尊贵者的装饰色彩，并无不同时代贵重不同颜色的习俗。商代偶尔才见供祭白豕、白羊、白牛的占问，应该没有以白色牺牲为尊的事实。

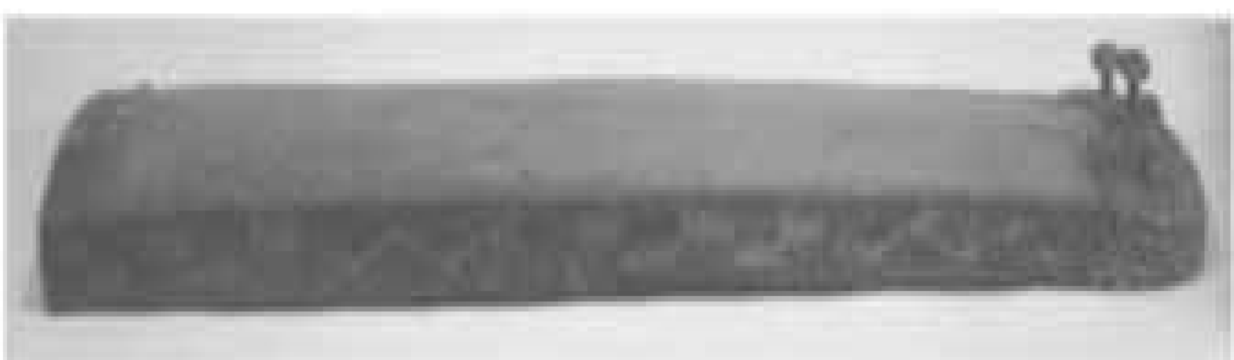
甲骨文的“白”字作、等形，难于看出到底是依什么事物创造的，要通过比较别的文字才有希望得到解答。核对了三千多个甲骨字形，似乎也找不到可资比对的字形。再查两周时代的金文，发现“乐”字差可拿来比较。甲骨文的“乐”字作木上安有两条弦线之状（），看似表现弦乐的样子。但甲骨卜辞还没有使用“乐”字于有关音乐的场合。西周的金文则在两条弦线之间多了个“白”字（）。

弦乐的演奏方式，似乎早期以敲击为常，甲骨文就有一字作“乐”字之旁有手持木棒在敲打之状。故西周的《诗经·常棣》说：“妻子好合，如鼓瑟琴。”用“鼓”字描写演奏的方式。后来可能为使发声更精准，改以琴拨或大拇指在弦线的适当位置弹拨的方式。如《荀子·富国》：“故必将撞大钟，击鸣鼓，吹笙竽，弹琴瑟，以塞其耳。”用“弹”字描写。弦乐器的名称，大致春秋时代以来以敲打的为筑，拨弹的为筝、琴、瑟。但演奏方式的用字还是不考究，如同《荀子》一书《劝学》篇：“瓠巴鼓瑟而沈鱼出听，伯牙鼓琴而六马仰秣。”演奏的方式还用“鼓”字。

弹拨琴瑟的弦线主要使用大拇指，人的五指只有大拇指是两节的，其他都是三节，所以“乐”字的两弦之间的，是大拇指的形象应该不成问题了。“白”在周代常作为序列的第一，如周先祖古公亶父的三个儿子，分别为太伯、仲雍、季历。“伯”在古代就写作“白”。

图一这件文物的部分零件已遗失，但从端部四个可以转动的钮以及长大的体积看，可以肯定是一组弹奏弦乐的瑟。这件瑟的主体由整块木头雕成，背后有镂空的音箱。通体六面都漆上黑色底漆，在不干扰安弦线的地方，镂刻龙、蛇、凤鸟等图案，并加上红色的彩绘花纹。在古代，这是权贵者才能拥有的高级制品。

弦乐器是利用弦线振动而发出声响的乐器。早在三四万年前，人们就可能从弓的使用而熟悉弦线振动的声音。弦的音调因材料、张弛、粗细等的差别而有异，古人有机会感觉到不同音调的弦声而加以利用，故认为弦乐的起源甚早，而有庖牺氏作五十弦瑟，或黄帝使素女鼓瑟，哀不自胜，乃破坏为二十五弦等传说。但出土弦乐器的遗址时代没有早过春秋时代的，或可辩解为木头不能长久保存于地下，但文献确实提到弦乐的也不早于西周时代。



图一

雕刻漆绘木瑟

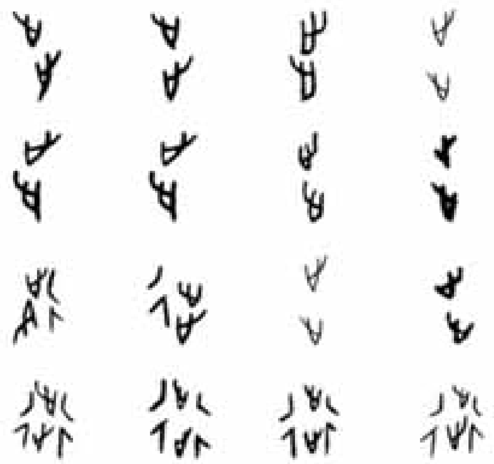
长一百六十七点三厘米，首宽四十二点二厘米，尾宽三十八点五厘米，中高十三点七厘米，战国，公元前四〇三年至公元前二二一年

〇四二

走，快步走路

步：『以两脚步行的上下位置表达其走路动态。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

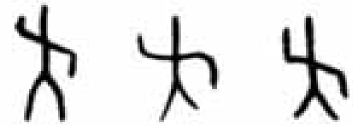
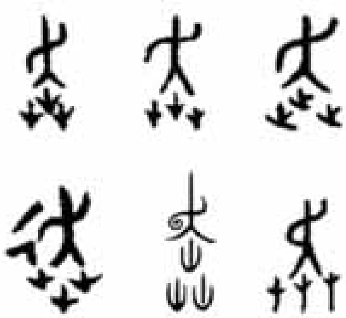
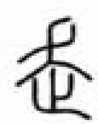


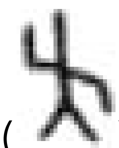
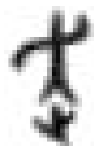
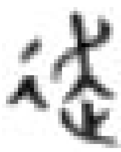
现代楷书

步

走：『作两手上下摆动以促进快速走路之意。』

奔：『作摆动的双手和三个脚步，疾奔于眼前的连续快速脚步状。』

	走	奔
商甲骨文		
两周金文		
秦小篆		
现代楷书	走	奔

人类最原始的本能交通工具是一双脚。其表现于甲骨文是“步”字，作一前一后的两个脚印，以表示行进中之意（）。人的脚趾本有五个，太过繁多，不容易写完整，故减省成三趾。突出在外的是大拇指。两只脚的脚趾一定是相对的，所以都这么书写。在缓慢的步行运动过程中，双手虽然也有摆动，但摆动的幅度总不如脚步明显，故使用两个脚印就足以表达行走的意思。有时此字又附加行道的偏旁（），使行走于道路的意义更为清楚。如有急事，想要早一点到达目的地的话，就要走得快些。“走”字的创意就是快步行走。想要走得快，就需要两手前后摆动，以促进行走的速度，因此甲骨文就作一个人的两手上下摆动之状（）。如此的动作不一定是快走，所以后来加上一只脚（），把走路的意思明显表现出来，或加一条行道（），这样，在路上快走的意思就不会被误解了。如果更要强调快跑的速度，那就是“奔”字，金文作摆动的双手和三个脚步，或多一条行道（），就好像现代用连续影像的镜头来描写快速的动作一样。

商代的随葬坑，已经出土许多结构颇为精美的二马拉曳马车，商王于从事田猎或旅行时，肯定会经常利用之。有时却会放弃车驾而和部众一起用步行，有一条卜辞（《合》[1]38177）问不使用车前去田猎，结果是累坏了商王。有一版的记载更奇怪（《合》17230），问王武丁有病的身体会不会康复，同一版却又问“走灾”到某地合不合适。快走以免灾，到底与不舒服的身体有什么关系呢？

文献记载，魏晋时代很多名士服食一种所谓寒食散，那是一种用钟乳石、朱砂等矿物炼制的药散。吃了后身体会发热，不但要穿单薄凉快的衣物，吃食属性寒冷的食物，还要快步行走以助身体散热。说这种方式“非唯治病，亦觉神明开朗”。生病本来要多加休息的，现在竟然要快走以去病！商代的人会不会也用类似的方法治病呢？

图一这件陶俑头戴轻便帽子，有宽带罩住两耳，并在下颔处束缚住。里面穿暖而厚的红领而有红宽缘长袖的至膝盖的内衣，外头罩以红边纯而略短的绿色战袍，最外面又加上方领的黑漆皮革鱼鳞甲，而在铠甲下端的腰部用带绑紧。脚穿彩绘的高筒皮鞋。他的姿势，头稍微抬起，两眼直视前方，左臂下垂而袖管卷起，右臂上举，食指与大拇指伸直。好像是甲骨文“走”字所描写的形象。不过我们知道他不是在快走。出土时，他排在整个军阵五百三十八个彩绘骑马俑的最前列，上举的右臂应该是在做指挥之状，在给前进的军队做下一个动作的指令，所以给了这个陶俑以指挥俑的称号。他在一军中的领导地位，帮助我们觉察或感受出他脸上所表现出的坚毅果敢气息。洗练的造型、栩栩如生的神态，深深感动了两千年后的我们。



图一

白衣彩绘灰陶军士俑

高五十五厘米，陕西咸阳杨家湾出土，西汉，公元前二〇六年至公元二十五年

注释

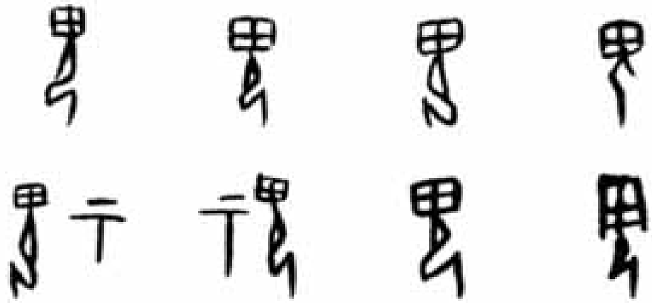
[1]指的是《甲骨文合集》，下文中亦简称《合集》。——编者注

〇四三

鬼，神灵的扮相

鬼：『作一人戴有巨大的面具之状。』

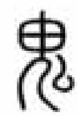
商甲骨文



两周金文



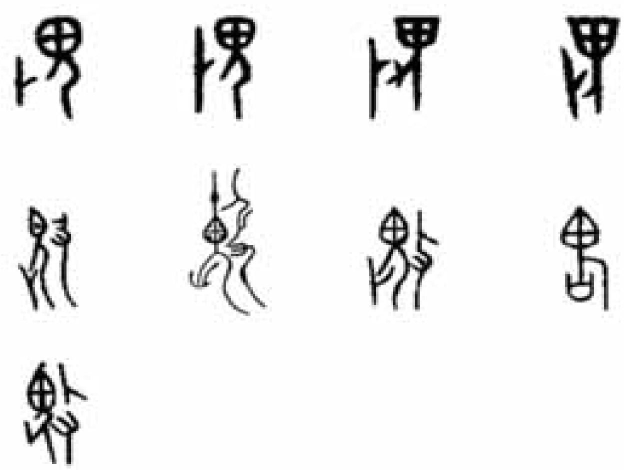
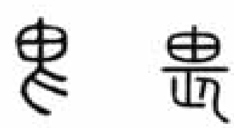
秦小篆



现代楷书

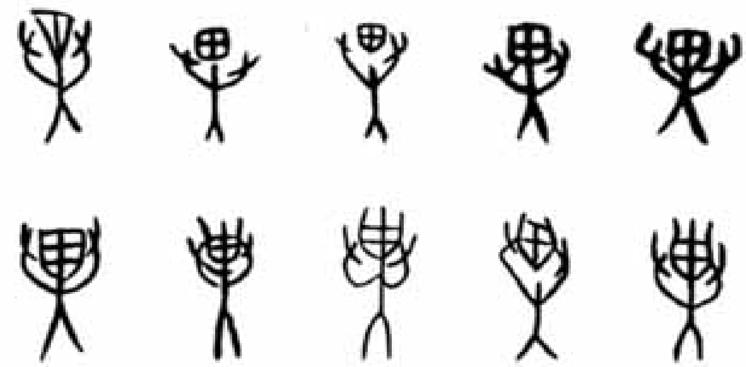
鬼

畏：『作一人戴有巨大面具，又拿着武器之状。』

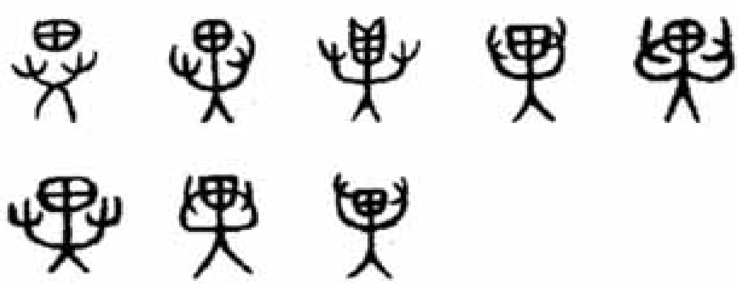
字体	字形
商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	
现代楷书	畏

异：『作一人戴着奇异面具而两手上扬挥舞的鬼怪状。』

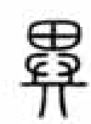
商甲骨文



两周金文



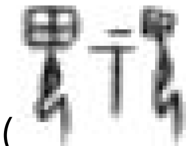
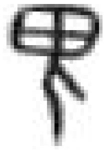
秦小篆

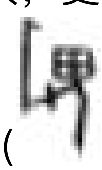


现代楷书

异

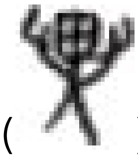
在远古的时代，人们对于生与死之间的生理现象尚不太了解。看到有生有死，就想到有灵魂，可投胎更生。所有早期的社会对于那个不可见到的灵界，都有敬畏和崇拜的行为。原始宗教就是源自人们对不可知灵界的恐惧、惊异、向往与失望等种种心态的混合，需要在心理上获得安慰与寄托。有心的人就渐渐利用这种形势导人向善，或加以控制以图利己。聪明的人就设计了鬼神的扮相和行为，作为鬼神的代理人，以达到控制他人意志的目的。

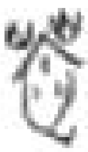
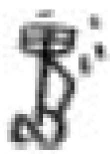
在商代，友善或不友善的幽灵都叫鬼。神是后来才创造的名词。鬼既然是人们想象出来的，其造型和行为就离不开人们的经验。但为了达到威吓信徒的效果，就得与正常人的形象有所差异。因此就根据某种异常的形象加以夸张，或以怪异胎儿取形，以至有了与正常人形象差别的二头、三脚等各种扮相。甲骨文的“鬼”字作一位戴有巨大面具而跪坐之鬼神状，或加一“示”，表示与神道有关（）。作为国名的“鬼方”就无例外地作站立之状（）。《周易》的睽卦上九就有这么一卦，说看到满载一车的鬼方人，先以为有敌意，所以拉开弓箭以为防备，后来知道是来说亲的，就放下了弓箭。卜得此卦时，出门碰到下雨就大为吉利。

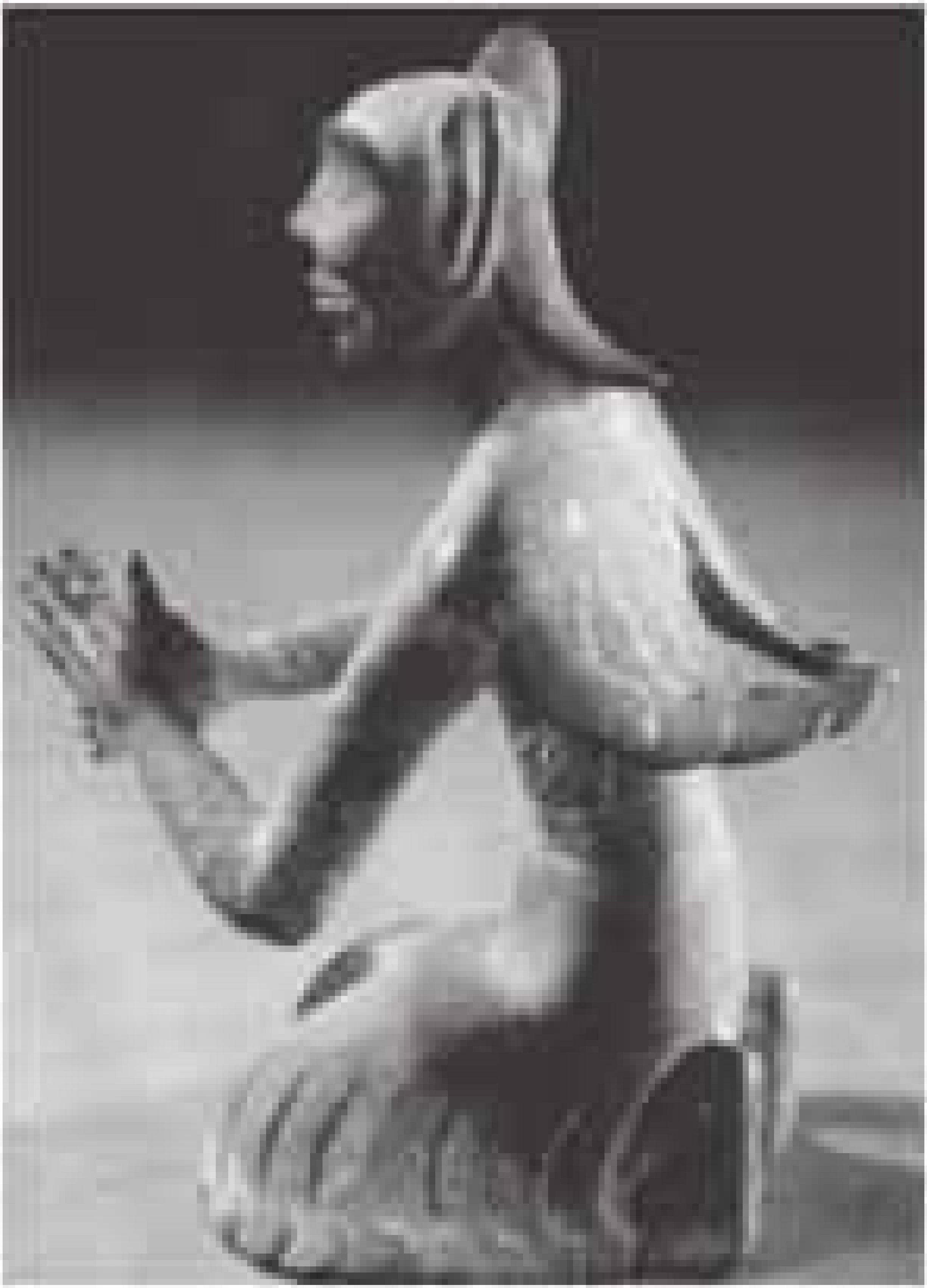
从甲骨卜辞知道商人认为自然界的风雨云雷、山川石木、动物以及死去的人都有神灵。其威力虽有差别，但都会给人们带来灾难与福利。赤手空拳的鬼怪已难令人抗拒，若加上有武器，其威力更大，更令人畏惧了。所以“畏”字，除了戴面具之外，手还拿着一把武器（）。

图一这件铜器座塑造的鬼神，五官、穿着大致和一般人一样，但耳朵特别大，背后有两片大翅膀，膝部也有下垂的羽毛。显然这位仙人可以在天空飞翔，那是人们做不到的。这位仙人的两膝间有半圆的

凹穴，双手做捧持的姿势。有可能是灯盘的架子部分。让仙人替我们照明，面子有多大!

鬼神的造型多样化。商王武丁就梦到“多鬼”，害怕将有什么灾难发生。甲骨文的“异”字作一位戴着面具而两手上扬挥舞的鬼（）。未开化民族的面具，形状大都恐怖惊人，有异于常人。因为他们认为面容异常者会有精灵寄存其身，故“异”字有奇异、惊异等意义。看来，越神秘的东西，越可以让人起惊恐而达到震慑的目的。除了戴恐怖的面具外，古人还知道涂磷发光的方法。

意义为鬼衣的“褮”（yīng）字，甲骨文作一件衣服有多处火光之状（）。磷是脆而软的固体矿物。它存在于骨骼中，埋葬后慢慢会渗到表面来，易于暴露于空气而氧化，在黑暗处发出碧绿闪烁的光。暗黑的坟场最容易见到这种磷光。墓地磷火闪烁的事实，无疑会增加恐怖的联想效果。因此有人把磷涂在衣物上，跳起舞来，碧绿的光点左右前后飘动，就会有坟场鬼影幢幢的气氛。闪烁的磷光易于让人联想及神灵。新的骨发不出磷光，只有埋葬多年的朽骨，骨中的磷才会暴露出来而发光。故在人们的心目中，魔力更大的老精怪才会发出磷光。故意义为老精怪的“魅”字，在甲骨文中就作戴面具的鬼怪身上，又有闪烁的碧绿磷光之状（）。



图一

青铜羽人形器座

高十五点三厘米，陕西西安出土，西汉，公元前二〇六年至公元二十四年

○四四

先，赤脚干什么？

先：『一足在一人头上，跣之字源？踏在他人头上或身上要跣足。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

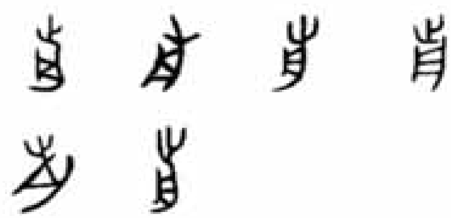
先

前：『洗足于盆中，假借为时间副词。』

商甲骨文



两周金文

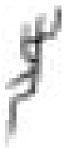
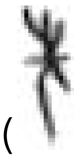


秦小篆



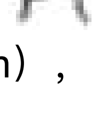
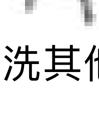
现代楷书

前

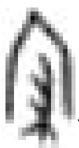
在我们的生活习惯中，表达时间先后的时机是经常存在的，若要创为文字，应该如何让别人容易了解，是种必要的考量。商代的甲骨文以“先”字表达时间副词的“之前”，作一只脚踏在一个人的头上之状（），后来在脚与人的头部之间加一横画（），大概强调脚所踏之处，所以被分析为从儿与之两个构件。脚在人的头上到底表达了什么意义，实在不容易理解。“先”字的初义，有可能是跣，赤脚，“足亲地也”。创造此字的情景有可能是，以肩膀让人踏之以登上高的地方。如果脚上穿有鞋子，肯定就会弄脏此人的身体或衣物。这时候脱下鞋子，以赤脚登上就可以免除这个缺点，所以赤脚（后代只穿袜子也可以叫跣）就用它来表达。

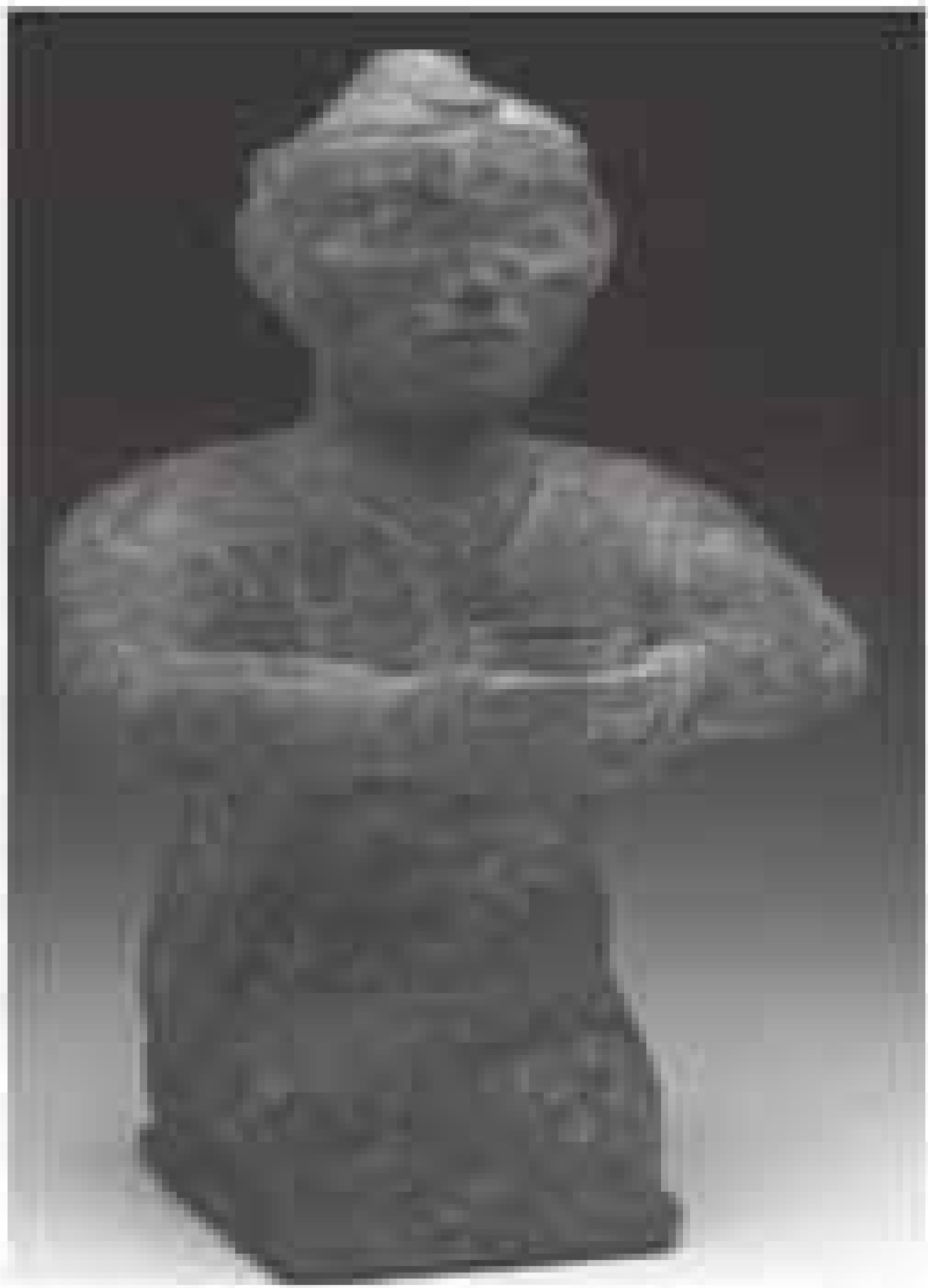
以赤脚表达先前的意思可能来自语言的假借，假借同音的字去表达，但也可能来自赤脚是从事某事之前的必需动作。到底古人的生活中，有什么事需要事先脱掉鞋子呢？保持庙堂等庄严所在的干净是很多社会都有的习惯。中国古代贵族有跪坐于草席之上的习惯。如果穿鞋子而坐上席子，就会脏污席子，对自己和他人都会造成不便，因此有脱去鞋袜的要求。《礼记·曲礼》：“侍坐于长者，屦（jù）不上于堂，解屦不敢当阶。”说明上堂之前要有脱鞋子的情况。

甚至在某些场所，若不连袜子也脱去，就被认为是种大不敬的行为。《春秋》哀公二十五年就记载，卫侯在灵台设宴与诸大夫饮酒。褚师声子穿着袜子而登上座席，惹得卫侯大为愤怒。褚师托词说他的脚有毛病，如果让人看了，有可能使看到的人把吃下的东西给吐出来。卫侯听了解释后更为发怒，把褚师给赶了下去，还比手势，咬牙切齿声言要砍断褚师声子的脚。可见事态的严重。

穿鞋袜毕竟是时代较迟晚的发展。之前，若要赤脚踏上他人的身体，就不单是脱去鞋子，而是要先洗脚了。甲骨文有个“前”字，大都做人名、地名使用，但也有可能已做时间副词，作一只脚在盆中洗涤之状（），或省去水点（）。所以“前”的本义是湔（jiān），“半浣也”，只洗脚，不洗其他的部分。“前”有前进、先前等

意义，可能是音的假借，但更可能是做某事之前的前奏，那么也是登上干净的厅堂之前要洗脚的习惯吗?

上厅堂行礼或饮宴毕竟是少数人的行为，一般的民众，洗脚可能是为了另一件事。六千多年前的半坡遗址，一般住家的面积已有二十平方米，有足够的空间在里头做饭。在屋里烹烧食物，不免会产生烟灰等不洁之物。睡卧的地点就要特意加以拂拭打扫，否则会脏污衣服。因此甲骨文表示睡觉地点的“寝”字，就作房屋之中有一把扫帚之状（）。那么洗脚不就成为睡觉之前必要的动作了吗?图一这件执灯仆佣青铜墓俑，身穿交领右衽的单薄长袍，和秦汉陶俑常见的内有厚重内衣的形式很不同，它可能是室内的穿着，或是夏季的服装。图二是春秋时期的玉雕灯座，此仆佣也一样打赤脚，应该是在宴会中服务的情景。东周时代的人们已普遍穿鞋袜，上厅堂只脱鞋子，但享受饮宴就要连袜子也一并脱去。

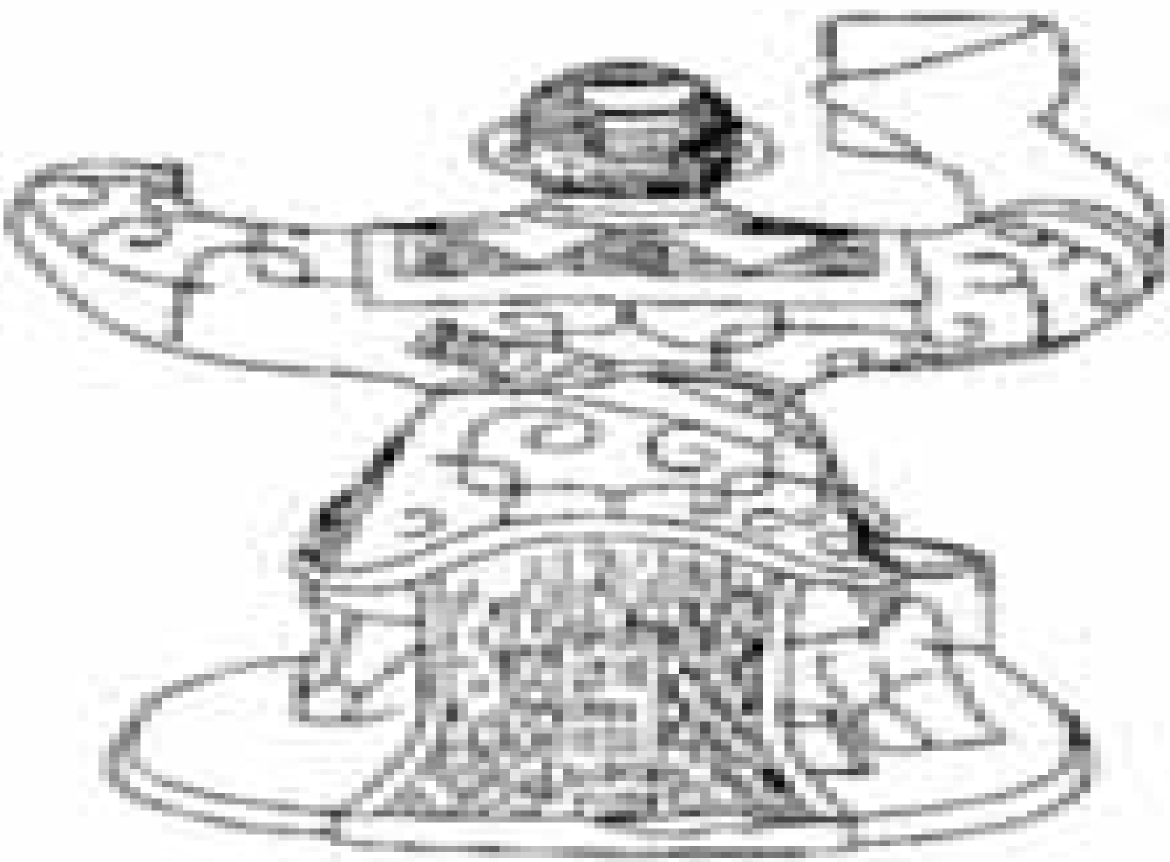


图一

青铜执灯墓俑

高二十六点七厘米，东周，公元前五世纪





图二

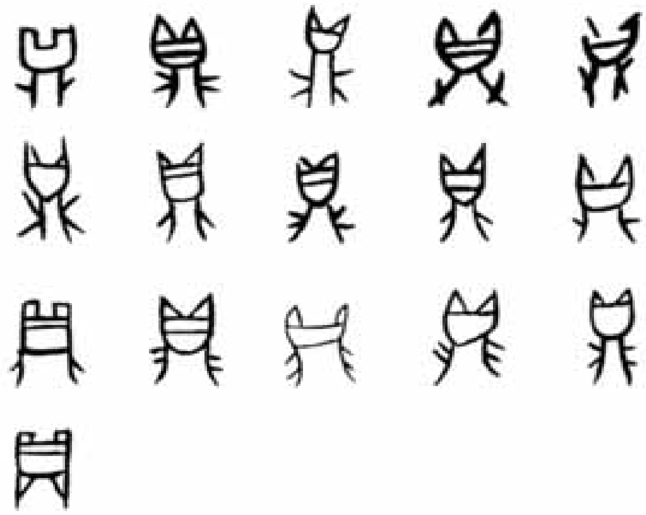
春秋时期的玉雕灯座

〇四五

鼎，八千年烧食器

鼎：『象形，古代最重要之炊器。』

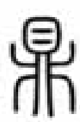
商甲骨文



两周金文



秦小篆



s

现代楷书

鼎

具：『双手捧鼎，预备炊具以煮食或行礼。鼎为家家户户所备有，一清早就得用它。』

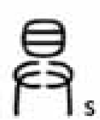
商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

具

甲骨文的“鼎”字是个象形字，作圆腹或方腹而有耳有足的煮食器形（），不管其制作的材料是陶土、金属或玉石。陶制的鼎早在七八千年前就已在华北出现，是传统兼为烧煮饭与菜的器具。四千多年前别为设计，把实体的脚做成虚空的鬲以烧饭，鼎就成为专门烧菜肴的器具了。鼎本来是家家户户天天都得使用的器具，所以“具”字就以双手持拿鼎表示（）。就像裁衣首先要动刀，宴客的开始是备齐煮食的器具，以鼎为代表。鼎本来无象征阶级的意义，但是到了青铜器的时代，就有以铜铸鼎，并作为祭祀鬼神的高贵礼器，就成了贵族才有财力制作的东西而成为权位的象征了。到了周代并演成一种随葬制度，以鼎与簋作为品级的标准，国君是九鼎八簋，诸侯及大夫则依次为七鼎六簋、五鼎四簋、三鼎二簋。

铜鼎由于重量比陶制的重得多，器身也滚烫，不便空手提起，就在口沿上铸一双对称有孔洞的立耳，以便以竹、木的棍子穿过抬起。陶制的较轻，能轻易捧起，不必有提耳。如果要求新奇，也想捏制提耳时，因陶器质料较脆弱，不便设在口沿上，就安置在两旁。有些较轻的鼎也采用此种型式以求变化。对称的提耳大致作方形与圆形两种。讲究的鼎耳还装饰有复杂的图纹或形状，图一这件圆耳素面无饰。大部分商代的铜鼎器身都装饰有动物形象的图纹，或作侧面的全身形，或作正视的颜面形。但是图一这件器身的主要部分，却是在细方回纹的背景上施以宽边的联结“己”字纹。这是商代罕见的形式而后代多见。口缘下的颈部才装饰晚商典型的侧身龙纹。陶鼎由于成形的方便多作圆形，铜铸的不妨做成方形，故商代也有较少量的方鼎。陶鼎也有受此影响而塑造成方形的。总的来说，各种器类的方形数量较少，而且消失也较早。可能是方形器的四角较易受到碰撞而毁损吧。

铜鼎的尺寸和重量大小相当悬殊。迄今所见商代最大的铜鼎，高一百三十三厘米，长一百一十厘米，宽七十八厘米，重八百七十五公斤。但小的才几厘米高，重十几克。这么小的东西应当是非实用性的明器。一般的都有二十到四十几厘米高，口沿直径则十几到二十几厘米，腹深十几厘米，重几公斤，可容几升的食物。

早期的鼎绝大多数无盖子，春秋之后附有盖子的铜鼎越来越多，这可能与鼎兼为陈列之器有关，基于卫生与保温的考量。同时有些小鼎还有流与盖，用以盛酱醋，是考究美味的表现。鼎在汉代之后消失，大致是因这个时代大量架设立体灶，鼎的支脚成为多余，故又恢复为八千年前的锅子的形状。

鼎在古代还有政治上的作用。传说夏禹治水有功，继舜而为王，以诸侯贡献的青铜铸了九件大鼎，象征当时所管辖的九州。这九件大鼎就成为国家的象征，改朝换代时也由新的帝王来保管。传至周代时，《左传》宣公三年记载楚庄王有意要取代周王而为中国的盟主，就向王室官员王孙满问那些宝鼎的轻重，显示其国力足以取代之。到了汉代，又造出秦始皇在泗水打捞这批传国的宝鼎，结果有龙出现，咬断拉曳的绳子，使捞得的宝鼎再度失去，以应秦国传国不久的命运。



图一

联结“己”字纹青铜圆鼎

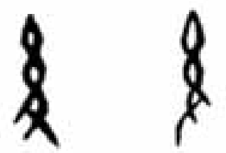
高三十三点九厘米，商代，公元前十三世纪至公元前十一世纪

〇四六

后，限制行动

后：『脚为绳索所缚，行走后于他人。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

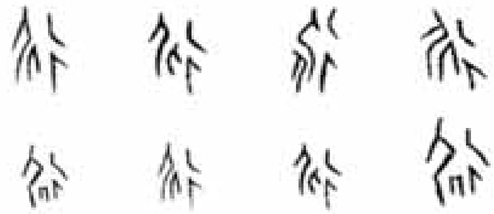


现代楷书

后

迟：『一人背负一人在行道行走，比一般人行走迟到。』

商甲骨文



两周金文

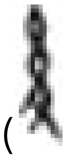
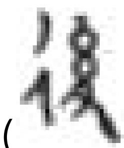


秦小篆

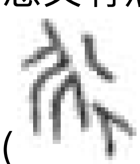
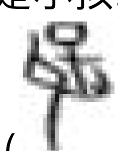


现代楷书

迟

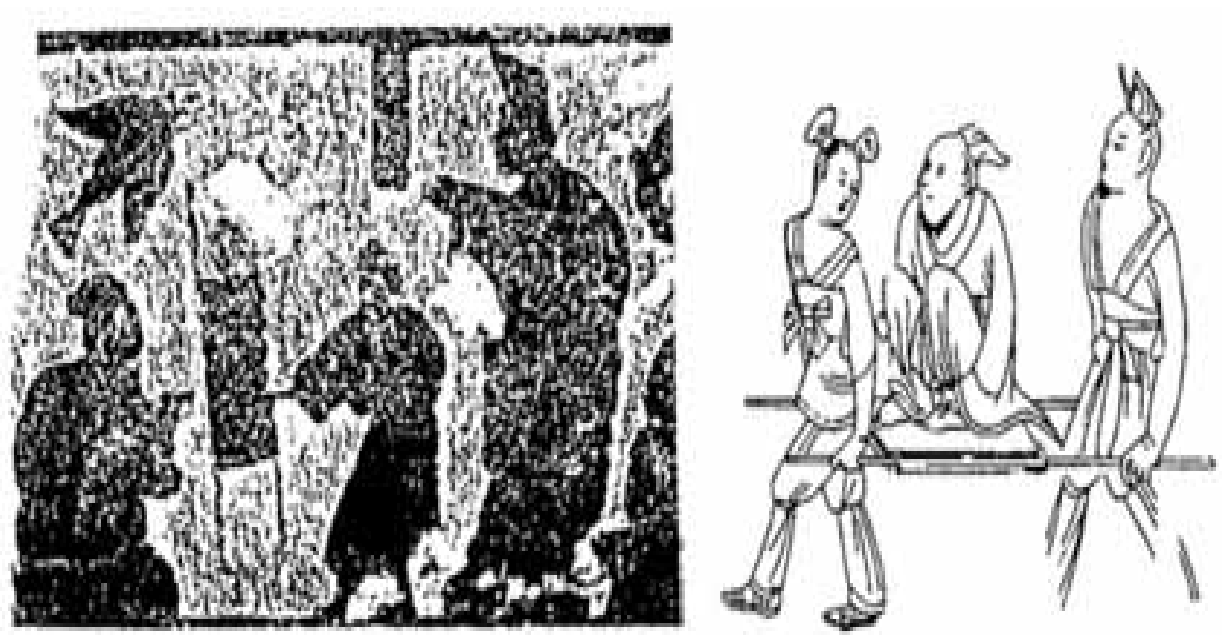
前与先的反面意思是后。前与先的创意与洗脚以便做某些事务有关，那么后呢？甲骨文的“后”[1]字，作一只脚上绑有绳索之状（）。脚是用来走路的，如果脚被绑住了，行动的幅度受到限制，不能恣意迈开步伐快速走路，当然走起来就比平常人缓慢，落于人后，所以用来创造迟晚、后来的意义。大概觉得走路的意思表达不够清楚，就加上个行道，而成今日的“后”字（）。为什么走路的脚要绑上绳子呢？这大概是对付罪犯或俘虏的形象。因为它可以减低反抗的能力，想逃跑也走不快。

在生产效率低的时代，一个人生产的东西除供自己使用外，没有多少剩余可以提供给他人使用。在那样的社会，战胜者大都只占领土地，掠夺财物。对于敌人，或是杀死，或是驱之远离，并没有想到要把人留下来以充实劳动力。但是一旦生产的方式进步到有余力去供应他人的需要，就逐渐产生以俘虏或罪犯从事生产的念头。坟墓殉葬人牲的现象也可以反映出商代使用奴工的事实。商代前期墓葬的人殉多，且多壮男，后期则人殉少，而且多少年和儿童。这反映了对人力价值观念的变化，保留青壮男丁以为生产之用。因此，“后”字的创造，应该是有了奴工以后的事。

与“后”的意义有点关联的是“迟”[2]字，甲骨文作一人背负一人于行道行走之状（）。负重物以行路必较平时走路缓慢，故费时间久而迟到达目的地。可能这个创意不太好理解，后来就改为形声字的结构，“辵”表示与行路有关，“犀”则标示音读。甲骨文的“迟”字，两人一定相背，而且位置必然一高一低。被背的人一般是小孩或行动不便者。如甲骨文的“保”字，作一个大人背负幼儿之状（）。不必使用特殊的背负工具，背与被背的人是同方向的。但是甲骨文“迟”字的二人永远作相异方向。这有可能是特殊的景象吗？

日本有个作家深泽七郎，写了一篇有名的小说《楢山节考》，描述日本古时候把老人送上山等死的习俗。传统是由儿子用特别的背板把父母亲背上山去。不愿被送的人还被用绳子捆绑起来。这种背负的方法平时不使用，背与被背的人面向相反。

中国也流传一则故事，汉代的一个小孩原谷，看到父亲把祖父抬到山上去丢弃。原谷跟随父亲，把担架带下山，父亲问他为什么要把担架带回来。原谷回答说是要留待将来抬父亲之用。父亲不愿自己将来被送上山，孤零零地等着被野兽咬死，因此把祖父又抬回家来奉养，原谷因此获得孝孙的好名声。会不会商代就有了这种习俗，也用背板的方式运送父母上山？



图一

东汉及北魏画像石上的孝孙原谷故事

注释

[1]“后”的繁体字为“後”。——编者注

[2]“迟”的繁体字为“遲”。——编者注

〇四七

楼，多层建筑

享：“在夯土台基上的建筑物形，为享祭鬼神之所。”

商甲骨文



两周金文



秦小篆

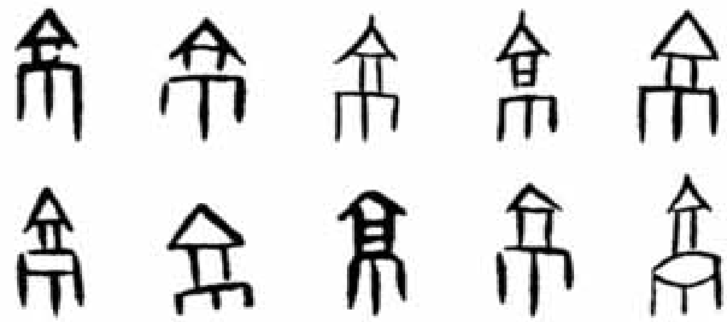


现代楷书

享

京：『干栏上之建筑，高于一般平地或半地下穴居建筑。』

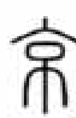
商甲骨文



两周金文



秦小篆

 s

现代楷书

京

楼：『在干栏上所建的二层楼房。楼可能假借为数，《大克鼎》「今余唯緟楼乃令」意为重数，重述。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

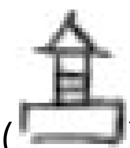


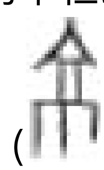
现代楷书

楼

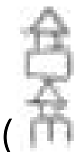
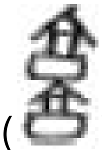
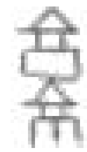
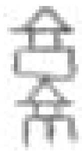
长江是中国南北的自然分界，江南和江北的气候与土质条件一直都有着显著的差异。古代为适应此种自然条件的差异，就发展了两种住家的基本形式，一是华北的半地下或地面的，一是华南的高于地面的。

就营建技术的观点看，最容易的住所是不必筑墙的地下穴居。就效用说，它也夏天凉爽而冬天可避风刮之苦。因此和其他民族的早期住所一样，华北就发展了半地下穴式的家居，以适应冬天风寒的气候因素。人们所挖地穴的面积越来越大，但深度却越来越浅，终于把地基完全升到地面上而成为有墙壁的构筑了。

华北在古代比今日温湿得多，半地下的穴居不免有潮气，不利长久居住。因此人们就做种种的防湿设施。仰韶文化晚期偶有使用费工的夯打方式使房基坚实的例子。商代的贵族就比较常用这种方式建造房子。由于只有贵族才能用夯打的方法修建房屋，而且必是较大型、特别的建筑物才使用，故甲骨文的“享”字，作一座斜檐的建筑物立在高出地面的土台上之状（）。享祭的意义来自它是种祭祀鬼神的庙堂建筑，而非一般的家屋。

华南在六千到三千年前之间，其年平均温度更比现今高二摄氏度以上，降雨量也超过二千毫米。其地面潮湿，很难采用半地下穴式的住所，故发展高于地面的干栏建筑。干栏建筑是先在地上竖立多排的木桩，然后在木桩上架屋。如以六千多年前的余姚河姆渡遗址为例，在背山面水的地点竖立了十三排木桩，可以复原为带前廊的干栏式长屋。甲骨文的“京”字，作一座在三排木桩上的斜顶建筑物形（）。在华北地区，建于干栏上的房子自然比建在地面上的为高，所以高耸的建筑物就叫作“京”。政教中心的地方常有高耸的建筑物，故称为京都。

有了建造干栏房子的技术，只要把干栏的支架部分围起墙壁来就是两层的楼房了。华北地区学得华南先进的木构建筑技术，就可以在坚实的地基上建造二层楼房，甚至是多层的楼房，以显示统治阶层的

威望。商代有二层楼房的建造，从柱础排列的痕迹可看出建造的证据。甲骨文有二字，一形作建筑在干栏上的两层建筑物（），一形作建筑在坚实地基上的两层建筑物（）。这两字后来被形声字所取代，可能前者为“楼”，后者为“台”。西周的时候，字还见于《大克鼎》《师兑簋》等铜器铭文，“今余唯緟（重）乃令”。于此，“楼”假借为从攴娄声的“数”，铭文的意思是再次计数其先人的功业而给予职务的任命。

高楼不但可以防湿防水，它居高临下，也便于侦察、防敌，而且远远就可望见，能提高统治者的威势。木构建筑的柱子不能承受多层高楼的压力，就建筑在呈阶梯状的土层上以增高耸的外观。商代已有在高台上盖楼以资纪念及夸耀的风气。东周到汉代的某些君主迷信神仙的存在，为了更接近天上的神仙，楼台就越建越高，《史记·封禅书》记载汉武帝为亲近神仙而大建高台，有达一百米高者。

到了东汉，可能因为陶砖的发明，墙壁也起了支撑的效用，像图一的三楼以上的塔楼就可以建筑了。此塔楼不但有壕沟保护，楼上下还有装甲的武士在巡守着，以确保塔楼里的家人、宾客的安全。越是富裕的人家，越容易得到强有力的盗贼的觊觎，因此越有钱的人家，保护的武力越要庞大。在古代，有徒众也是种威权的具体表征。与司马相如私奔的卓文君，其父卓王孙就拥有家童八百人。可以想象，当主人与宾客在顶楼远眺延伸的庄园，享受美酒珍食、歌舞弦乐，冥想永恒的来世时，护卫们谨慎戒备的气氛。



图一

铅绿釉红陶塔楼

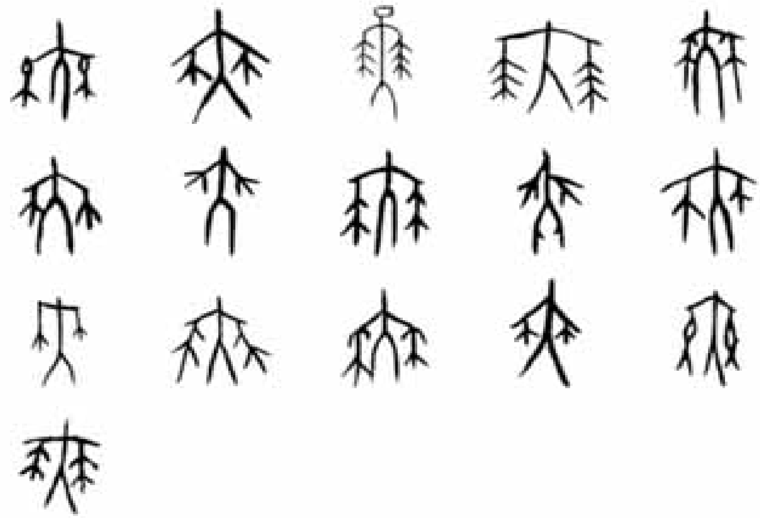
高一百二十厘米，东汉，公元二世纪中期至三世纪早期

〇四八

舞，祈降甘霖

舞：『一人双手持舞具跳舞之状。后加舛，强调双足的动作。』

商甲骨文



两周金文

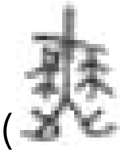


秦小篆



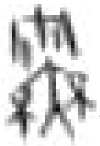
现代楷书

舞

甲骨文的“舞”字作一人伸张双手，手上拿着像牛尾一类下垂的跳舞道具（）。《吕氏春秋·古乐》说：“昔葛天氏之乐，三人操牛尾投足以歌八阕。”“舞”字里的跳舞道具很可能就是取自牛尾或马尾的形象。“舞”字到了西周时代被借用为有无的“无”，所以就在本字上加上一对脚以显明跳舞的动作（）。手舞足蹈是人们情绪的自然反应，一般是不会预先准备道具的，现在文字表现了执拿特制的跳舞道具，一定是到了有一定表演形式的时代了。

舞与乐可以安慰、欢愉、激励、挑发人们的情感，是人们劳动以谋取生活之余，顺应生理及心理的需要，帮助恢复疲劳、舒展心情、交欢结好的活动。很多今人看起来是极富娱乐性的活动，对古人来说，那只是谋求生活的必要行动，其掺杂的娱乐情绪或心理是极少的。譬如打猎，现在是种极为奢侈的体能娱乐，尽管其动作激烈，常弄得身体疲惫。不过其目的却是满足心理的情绪，不是谋求生活，故欢愉非常。再举歌舞来说，今天很少会被看作有关生产的劳动。但是其起源可能是生产时为了纾解疲劳，或是为了一齐从事劳动，或移动重物时发出的呼喊声与动作。音乐可能起于用声响诱杀野兽，舞蹈起于向神祈祷或求保佑的宗教仪式，所以就其动机来说，都是为了谋求生活或能得生存的必要措施，非讲求一己或他人精神的欢愉。因此要区别类似的活动，何者是工作，何者是娱乐，就要看其性质是为了欢愉，还是为了生活必须从事的劳动了。

当生活工具有所改良，逐渐减低人们谋求生活所需劳动的时间，宗教的信仰也慢慢淡化时，人们慢慢有心情借节庆以娱乐自己，从而发展较丰富的个人娱乐节目。一个国家，古代没有比“祀”与“戎”更为重要的事。古人于从事生产劳动之外，参与祭祀与军事的活动就成为生活上的重要行事。所以与此有关的活动最容易演变成娱乐的项目。基本上说，生产发达、社会安定的时候，人们用于娱乐的时间要较生产不足或动乱不定的时候为多。

跳舞的目的，商代以前因无文字的记载，难于考察。商代的甲骨卜辞提到舞时，十有九次都提到雨。其祭祀的对象也都是商朝的人相信可以帮助降雨的神，如黄河与霍山的神。因此，“舞”字就经常作舞者的头上加有雨点（），表明其特别的功能，也验证乐舞起于实用的目的。

雨是灌溉水利大兴前最重要的农业用水来源。降雨是主政者最关心的事，所以商代求雨之卜问很多。祈雨之舞是最富有实用意义的。它本是干旱季节时举行的严肃的宗教仪式，参与者忧心忡忡，唯恐他们的虔诚感动不了神灵，下不了雨，但后来却演变成季节性的例行娱乐活动。就是在雨量充沛，不怕干旱时也要举行，而且参加者还充满欢愉的心情。如《论语·先进》记载孔子问弟子们的志趣，曾皙答：“莫春者，春服既成，冠者五六人，童子六七人，浴乎沂，风乎舞雩（yú），咏而归。”语气明显表示那时的祈雨舞雩，已是娱乐的成分多于祈雨的宗教意味的盛典了。



图一

白衣灰陶娱乐俑

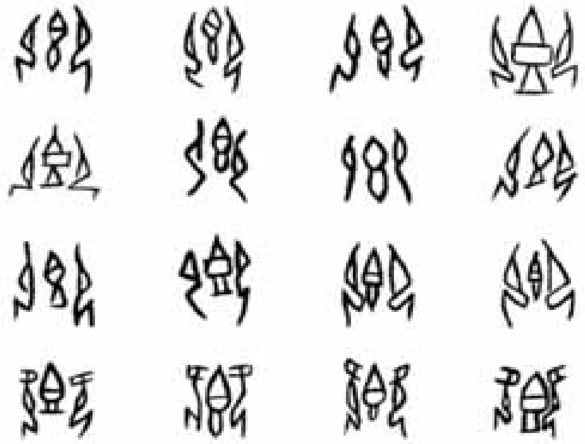
最高二十一点二厘米，东汉，公元一世纪中叶至二世纪

〇四九

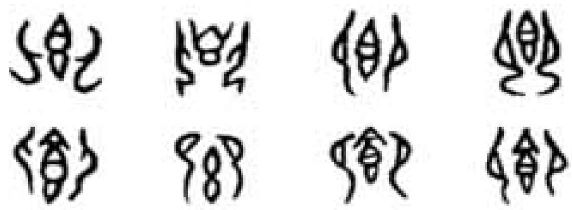
卿，宴飨礼节

卿：『卿士相对跪坐以进食之状。』

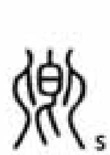
商甲骨文



两周金文



秦小篆

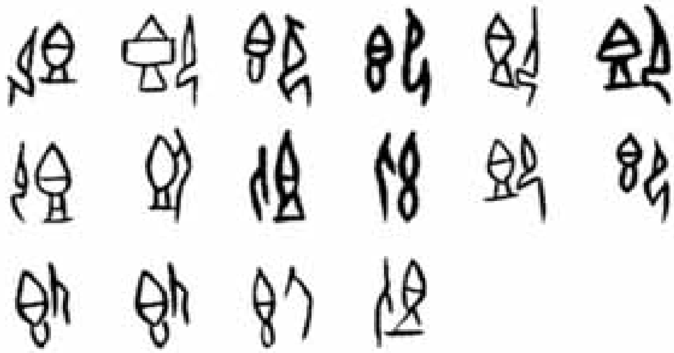


现代楷书

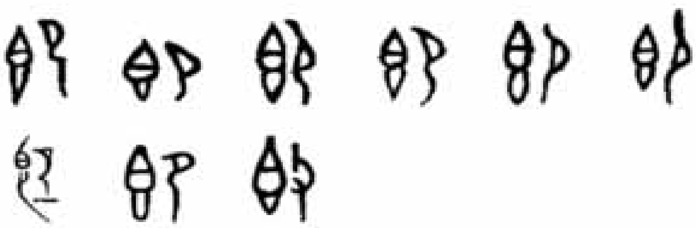
卿

即：「一人跪坐食物之前，即将进食之意。」

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

即

既：『已进食完毕，转头表示可撤去食物之意。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

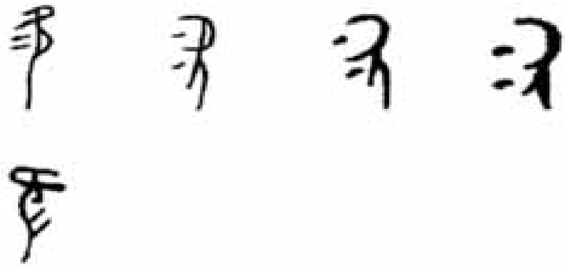
既

次：『说话或用食时，口喷出残余物为不良的行为。』

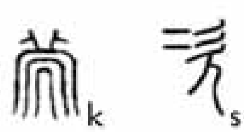
商甲骨文



两周金文



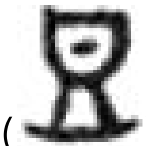
秦小篆



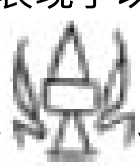
现代楷书

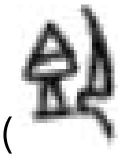
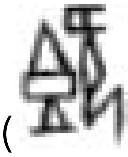
次

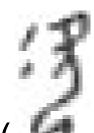
物质文明越发达的地区，对于用具的选择就越讲究。果腹这件人生大事，人们起初只担心吃不吃得饱。渐渐就讲究起饮食的气氛，用具包括质量、形制、数量、陈列形式的选择，其他如进食地点的舒适、空气的流通、灯光的明亮，乃至进食的次序、礼仪，以及歌舞的助乐等等，都马虎不得。甚至如在“先”“前”的文章中所介绍的，在正式的餐宴里，穿鞋袜上堂还是极大不敬的事。

中国对于宴飨的各类器具甚为讲究，各有用途。图一的进食器具是豆，基本造型是有高圈足的深腹圆盘（）。高圈足是为了配合贵族跪坐的习俗而设计的。中国新石器时代的豆，以陶制的为主，起码可以追溯到四千年以前。应该还有很多竹、木等质材制作的，但都腐化不见了。到了商代，开始有以铜铸造的，但是数量不多，想来不是大众日常的用具。

豆起先不设盖子，到了战国，高级的铜豆就普遍有盖子了。豆的盖子可倒置而另成一件容器，纽就成为足。圈足的底部是平的，有些则为透空。有的还在器身近口沿处设有两个环耳，以便提拿。豆为进食之器是可肯定的，《诗经·小雅·宾之初筵》有“宾之初筵，左右秩秩。笾（biān）豆有楚，殽（yáo）核维旅。酒既和旨，饮酒孔偕”。意思是宾客开始就席，左右揖拜很有秩序。笾豆很鲜明，菜肴很丰盛。酒温和而甘醇，饮的人都很尽兴。食器只提及用以进食的豆。春秋、战国铜器上的饮宴图纹（如图二、图三），也表现以豆进食。后来的豆配有盖子，其主要功能可能不在于保持食物的温热，而是与当时的饮食礼仪有关。先秦文献谈及宴会时有傲气、不愉气、失位、失坐、失态等等失礼的行为，讲究用食的仪态。

贵族跪坐于席位而进食的情景表现于以下几字。甲骨文的“卿”字，作两个贵族相对跪坐以进食之状（），表明主人与客人相对而坐的正规礼仪。此字有两个引申意义，一是相向、面向，一是宴飨。可想见其意义与用餐时主与客必须面对而食的习惯有关。

甲骨文的“即”字，作一人跪坐于食物之前即将进食之状（）。“既”字则作一人已进食完毕，转头表示不再进食（），故用以表示已完成的时态。在古代，站立或蹲坐进食会被认为不雅观，是贵族所不为的。若饮酒，则视场所而不妨站立。跪坐的姿势要端正。主客、长幼的坐位方向也有一定的规矩，不能随意，座席也要安放在适当的位置。故《论语·乡党》中有“席不正，不坐”之语。

甲骨文的“次”字，作跪坐的人张口而有东西溅出之状（）。《论语·乡党》中有“食不语”之句。想来吃饭时说话，以致唾沫或饭屑喷出口外，不是可嘉许的行为，故有次等的意义。《礼记·曲礼上》提到打算入口的饭不要放回食器、咀嚼时不要发出声响、不要啃骨头、吃过的鱼肉不要放回去、不要把骨头投给狗啃、不要专吃某样东西、不要挑起饭粒以散热气、进食时不要剔牙齿、不要自行调和羹的味道等等很多贵族饮食的礼仪守则。要做到以上礼节，就要有容器暂时放置吃剩的渣余。豆的盖子设计如另一件容器的形式，很可能就是为了放置渣余用的。商代的卿士虽然讲求对坐进食的礼节，铜豆还不见有盖子的设计，想来还没有讲究到这样的地步。





图一

商代进食的用具——豆

（左）白陶，高十四厘米，口径二十二点五厘米；（右）青铜，高十三点四厘米，口径十五厘米

商代，公元前十六世纪至公元前十一世纪



图二

春秋时代铜壶上的食案与酒器图纹



图三

战国铜杯上的宴乐图纹

〇五〇

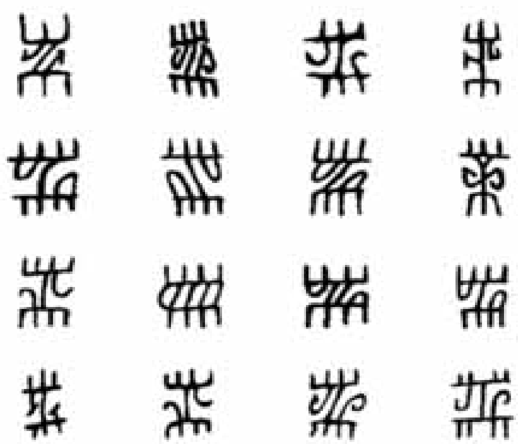
黹，刺绣花边

黹：『对称的刺绣图案形。』

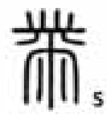
商甲骨文



两周金文



秦小篆

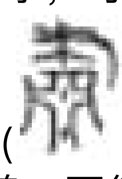


现代楷书

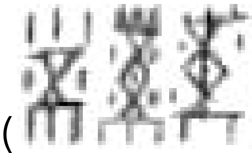
黹

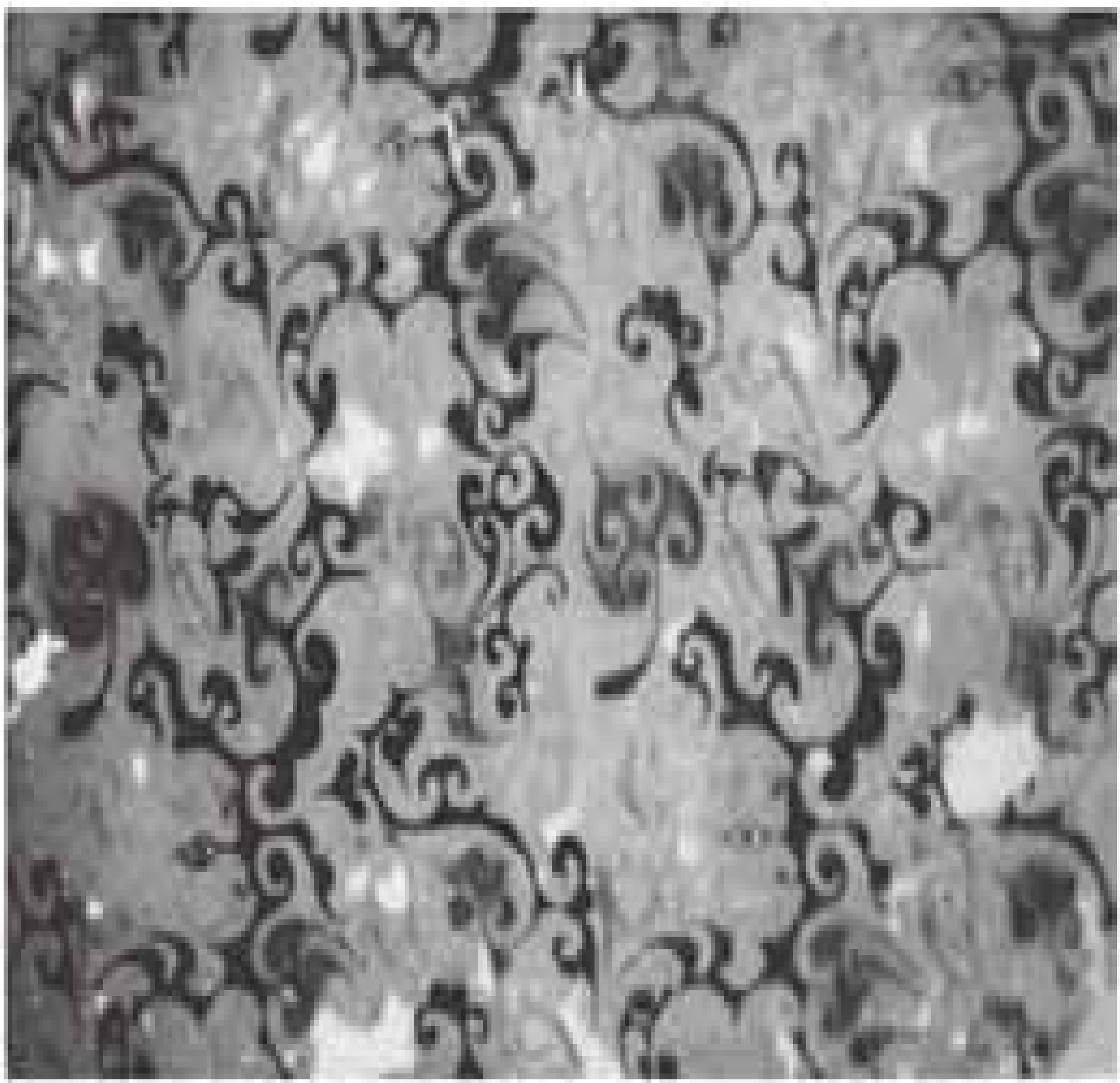
衣服的穿用，最先可能起于工作的需要，后来才演进为遮身或御寒的普遍需要。辽宁海城一个四万至二万年前的遗址发现三根骨针，表明中国人可能那么早就懂得缝制衣物了。当少数个人积聚的财富比他人多时，自然就建立起身份差异的社会而有了各种各样突显身份的设施。这时衣服就有了新的用场，用罕见的或远地交换而来不容易得到的材料，诸如动物的皮毛、骨角、爪牙、羽毛，或金银、珠宝、贝壳等，制作或装饰衣物，以之标示或识别渐渐明显的社会地位差别。甚至规定，只有具某种特别身份的人才许服用某种颜色或形式的衣服，包括与衣服配合的各种饰物。传说约四千七百年前的黄帝始创衣制，大致就是指这种分别阶级的作用。

在织机尚无法编织艳丽多彩的繁缛图案之时，使衣服变美丽的方法不外染色、涂绘与刺绣。首先采用的方式应该是涂绘。地表存在着有色的矿石，研磨成粉而加水后，就可以短时间黏附在衣物上。但这种容易脱掉的涂绘方法不能满足人们的需要，所以改进为植物色素的染色方法。公元前十七八世纪的齐家文化可能就有染布的技术。商代则至少已有红、黄、黑、白等色的布幔痕迹。染色虽可使衣物有不脱色的鲜艳彩色，但不容易染成所希望的图样。再次改进为用丝线刺绣的方法，彩色的图案就可以永久保存了。

刺绣是利用不同颜色的丝线，在布上绣出美丽的图样。金文的“肃”字，可能是“绣”字的源头，作一手拿着一支有毛的笔画出复杂的图样（）。描图样是刺绣的第一步工作，图样没有打好，刺绣就难完美。可能刺绣时要专心谨慎从事，所以引申有肃敬、严肃等意义。《尚书·皋陶谟》篇说帝舜时代，“日、月、星辰、山、龙、华虫，作会；宗彝、藻、火、粉米、黼（fǔ）、黻（fú），絺（chī）绣，以五采彰施于五色作服”。帝舜时代是不是这样，现在很难考证，至少商周时代就应该已是如此了。

但是刺绣太过费工，除了很少数的贵族，一般的贵族只能做局部的装饰而已。纺织的布要经过刀剪裁割的手续，才能缝制一定形式的衣物。衣服的边缘如果不缝固，经纬线就会渐渐绽开分散而使衣服不成形状，所以需要把布边缝住。布边的篇幅不大，所以顺势在狭窄长条上刺绣图案，既可以防止布帛丝线的绽散，又可以增加美观。西周

的铜器铭文，上级赏赐下级贵族的东西，经常提及的有黹（zhǐ）屯。屯的意义是包扎，黹屯就是包扎有刺绣的衣缘。“黹”字甲骨文作两个几何形图案相背或钩连的形状（）。衣缘的图案本来是绣的，后来又改进为纺织的。早期的织机不易编织复杂的图案，故大都织成几何形的对称图案。黹屯是上级赏赐下僚以志荣庆及权威的东西，不是可以随意服用的。《礼记·郊特牲》就说，中衣有丹朱绣黼是中大夫的僭制。



图一

黄绮地乘云绣残片

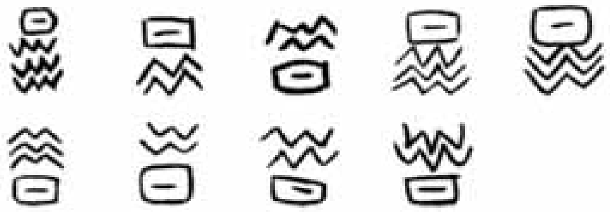
汉，约公元前二世纪

〇五一

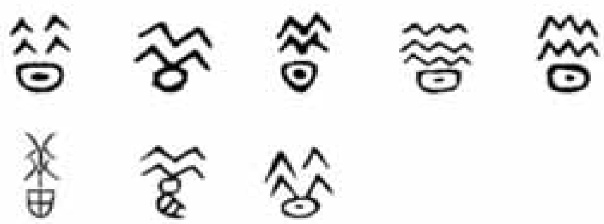
昔，水灾已成往事

昔：『大水为患之日，已是往昔之事。』

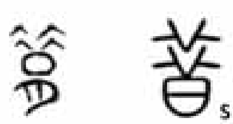
商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

昔

灾：「重叠二或三道水波表达大水为灾的概念。或大川受到阻塞而泛滥之意。」

商甲骨文



两周金文

秦小篆



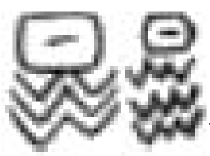
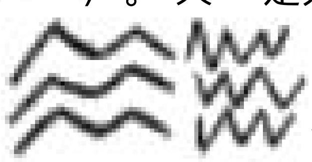
现代楷书

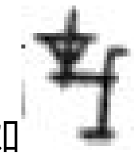
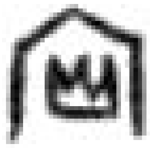
灾

人需要食物，所以居住地点的选择是易于获得食物及水的地方。河流是取水最容易的地点，但河流水量与季节有密切的关系，落差有时可达二三十米。为了避免雨季水涨的灾难，古人就选择较高亢而可免水灾的地点栖身。但人口的压力迫使人们逐渐往山下搬移，居住地域渐扩大，以至要到平地建立村落，发展农业。但移居平地就不免有水患的困扰。

人类从山上迁居平原而要与水奋斗的过程是艰辛而历时久长的。商人建国的过程就是一个好例子。商人栖息的地域是黄河下游的冲积区，其地区很少发现五千年以前的遗址。黄河的某些段落河道浅，泥沙多，密集的雨水常使河道宣泄不及而造成泛滥。黄河小规模的决堤时时有之，以清代乾隆一朝为例，就有河南地区的七次，江淮地区的十一次。

商代的气候比现在温暖，雨量较充沛。那时没有什么水利设施，黄河肯定较后世更易造成灾害。根据《史记·殷本纪》，从商的始祖契到汤建国时（约在公元前一千七百年），共迁徙八次。从商汤到盘庚建都于安阳之前，又迁徙了五次。以他们所栖息的地理环境，迁徙时所做的宣言，推测商人经常为洪水所苦，大多数的迁移主要是为了避免水灾。

商人提到过去的日子用“昔”字表示。甲骨文的“昔”字由巛及日两个构件组成（）。“巛”[1]是大水的灾难，字取象洪水浩荡，波浪重叠翻滚之状（）。“日”为太阳的象形，表示大水为患的时代。大水在目前还是一种难于防范的大灾难，古人更是难于为力。故使用水患来表现灾难的概念。大水为患已是过去的事，所以用以表达过去的日子，表示商王朝后期已不视水患为严重的问题了，故盘庚迁都安阳之后，二百多年不再迁都。因水灾已不是常见的祸

害，所以“灾”字就渐渐以新起的灾难取代往昔的水患，如为以兵刃之灾创意，为以火烧房屋表意。

或以为高厚城墙的修建是为了防御敌人的入侵，是有激烈战争后的高度文明产物。这个意见值得挑战。首先是城墙修建的时代。河南郑州北郊西山遗址，发现兴建于仰韶庙底沟类型而废弃于秦王寨类型时代的圆形城墙，年代约在五千三百年至四千八百年前。历史学家认为其时的社会还未进入建立国家的形态。

其次是，有些城墙的内外都筑有斜坡以增强墙的强度。它们的坡度小于四十五度，是防水的堤防常见的形式，可以有效防止水对墙根的侵蚀而导致崩坏，但非常不利于防守敌人的入侵。有些城墙甚至内侧没有护城斜坡，外侧却有坡度不到四十度的土石结构的护城坡，很容易让敌人走上去。

还有，河南安阳作为商代后期的王都超过二百年。照理说，应该修筑有周全而坚固的城墙以防御敌人的入侵。但是考古学者几十年来密集调查和发掘，始终不见城墙的痕迹。商被周的联军一击败溃而亡国，以致纣王火焚自杀，很可能就是因为没有坚固的城墙可拒守，以待援军的到来。安阳的地势高亢，有时附近虽有大水，但都不曾对它构成危害。也许商的王室是因安阳的地势较四周为高，没有严重的水患，故认为没有必要筑城，还看不出筑城有军事上的用途。如何解决河流泛滥才是最初的切要问题，后来因发现它有抗拒敌人的重要作用而广加修筑，甚至在不虞水患的地点也要修建以防御敌人。

注释

[1]“灾”的异体字为“災”。——编者注

〇五二

濒，犹疑而皱眉头

濒：『贵族面对涉水，皱眉犹豫之状。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆



现代楷书

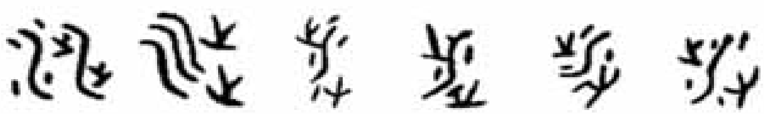
濒

涉：「两脚步跨越水流之状。」

商甲骨文



两周金文

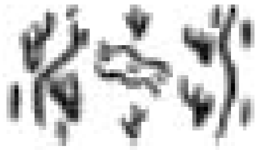


秦小篆



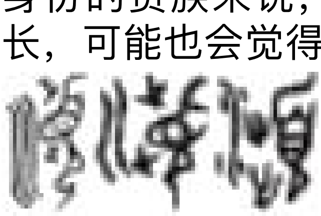
现代楷书

涉

人不能离开水而生活，古人最先选择滨水之山丘居住，生活圈越来越大时，就不能不往山下移而邻近河流。为了寻找生活的素材，或为了联络讯息，自然有不少机会需要渡过水流到对岸去。架桥在古代是个大工程，不是少数人所能完成的。大部分的河流是没有桥梁可渡的。在枯水期，水量不多，人们可以涉水而过。甲骨文的“涉”字，作两个脚步跨越水流之状（）。绝大多数的“涉”字，两脚步分别在河流的两边，表现跨过河流的动作。

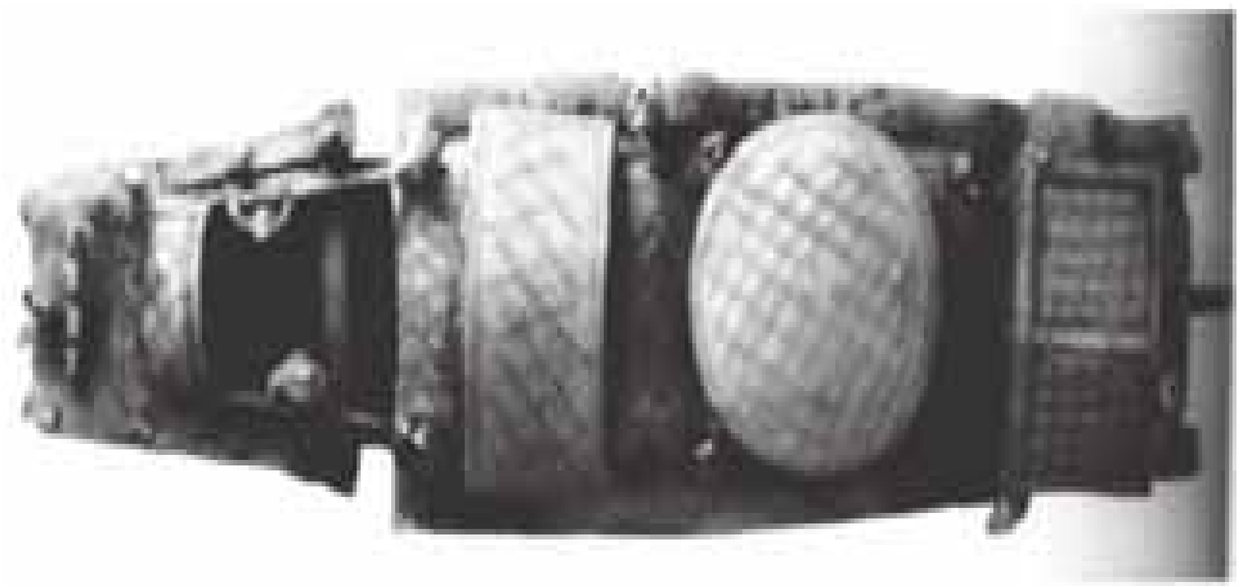
如果在高水期，河流深邃宽广，虽然也可以借助舟楫渡过，但舟楫的建造也不简单，也不是随时停靠在岸边等待着，这时如果有要事，赶时间，不得已也要涉水或游水而过。为了安全起见，最好是借助漂浮物，凭依浮游而过。常见的漂浮物是木干、树叶。人的体重只有大树干才可以支撑得起，但大树干不易找得到，过于笨重也不能随身携带。怎么办?

《易经·泰卦》九二爻辞有“包荒，用冯河”，根据先师屈万里教授的考证，这句话的意思是大瓠瓜可以利便渡河。人们发现挖空晒干的瓠瓜，量轻而浮力大。瓠瓜个体越大，浮力也越大而载重多。一般的瓠瓜如果带上二三个就足够浮起人身。挖空的瓠瓜可以装水，水也是旅行者必备的东西。因此远行的人就随身携带挖空的瓠瓜壳，一来可装清水，遇到河流时就可借之漂浮渡过，一举两得。借用瓠瓜之力渡河看似原始，但在秦汉时代还是行旅常备之物，不少先秦文献都提及以瓠瓜渡水的应用。如《庄子·逍遥游》：“今子有五石之瓠，何不虑以为大樽而浮乎江湖。”

抱瓠瓜渡水有个缺点，衣服肯定会弄湿。对一般平民来说，这不是大问题。渡过河岸后把衣服烤干或晒干，又可以上路了。但对讲究身份的贵族来说，穿着湿漉漉的衣服呈现在他人之前，尽管时间不长，可能也会觉得不体面。金文有个“濒”字，由“页”与“涉”组合而成（）。《说文解字》的解释是“水厓，人所宾附也。顰戚不前而止。”《说文解字》还收一个“涉水顰戚”的“顰”字，创意一致，与涉水有关。

仔细看金文的字形，“涉”部分的两个脚步都在河流的一边，表现的是还未渡过河的景象。“页”是把人的头部也画出来的样子，有时连眉毛也描绘出来。在早期的文字中，这是贵族的特有形象。一般人用简易的侧面形象就够了。为什么强调贵族的身份？一般人别无形象的考虑，涉水而过就是了。但贵族就会考虑东考虑西，皱眉头有所顾忌，犹疑不下，难于决定到底要涉水还是不涉水呢。

人在考虑事情难下决定时，常会皱起眉头来。这是人类社会所碰到的情况，有必要以语言文字表达。而在古代，忧国忧民是贵族的专利，一般人只要有饭吃就很满足了。如果用图画把皱眉毛确实描写出来，对大众来说，可能不是容易的事，因此转而用常皱眉头的贵族或事态去表现。就像“忧”[1]字，也是用贵族的心去表达忧虑的情态。



图一

陶船，高十六厘米，长五十四厘米，广州出土，东汉，公元一世纪至三世纪

前有碇，后有舵，船上六人，依人身高比例换算，船长可达十四至十五米，载重约五百斛以上，甲板还布置六组矛与盾的武备

注释

[1]“忧”的繁体字为“憂”。——编者注

〇五三

蔑，精神沮丧

蔑：『象贵族受刖刑而致心情沮丧。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

蔑

刖：『一人被锯子截断一脚的刑罚。』

商甲骨文



两周金文

秦小篆



现代楷书

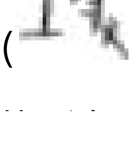
刖

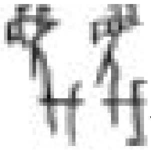
文字的创造，外形的描绘最容易让人理会其内涵。其次是动作，同样的姿势所能展现的意义虽有所限制，譬如举起脚的图像，所能关联的动作不外舞蹈、跨举、踢跃等使用脚的场合。而最难的是没有形象的事物，或没有动作的思考、感情等，无从表达起。但这一类意识的传达却是不可避免的，就得想办法去创造。古代经常利用联想的办法，也让我们对古人的生活经验有些想象的空间。

人的体力有限，要靠群众的力量才能与动物、植物争夺自然的资源，因此要过团体的生活才能有效生存。生活的空间也就不容某个人独享，因此也期望大家都遵循一定的生活习惯和准则，维持大家之间的和平和安宁而不生纠纷。此人人遵循而可预期的行为准则就是法律。但总有人会做出背离准则的事情，如果不加以惩罚，法制就难维持，而社会就会不安。

处罚本是为自己的族人而设，对每一成员的适用是没有偏差的。因为在远古的时候，社团小，成员以亲属为多。人肯定对自己的亲人比较会给予最大的容忍。因此那时的惩罚可能只是剥夺人参加某种活动的权利，或是给予短暂的拘禁，少许肉体的痛苦。最严重的是被逐出社团之外，使之面对充满敌意的野兽和异族，难于保障生命的安全。很少想到要伤害身体，留下永不能消失的肉体创伤。

随着社会的进步，组织扩大，生活在一起的人越多，亲属的关系越淡薄，法规也就越繁杂，制裁越严厉。尤其是生产的效率也提高了，还有余力提供他人的需求。于是逐渐产生俘虏他人以从事生产，创造财富的念头。对于被俘虏来的异族，当然会期望他们服从某些法则和习惯。如果违犯了，就比较不会慈悲而不加容情地给予最严厉的惩罚。但因人们更重视实际的经济利益，就想出了不太妨害工作能力的永久性肉体创伤以为警诫，并展示于公众之前，以收震慑之效。

《尚书·吕刑》说周代有所谓“五刑”的刑罚三千条例，违犯了在脸上刺墨之刑的有一千条，割下鼻子之刑的一千条，斩断脚筋之刑的五百条，割去生殖器之刑的三百条，最严重的死刑有二百条。但从汉代之前的文献看，好像违犯斩断脚筋之刑的最常见。甲骨文的“刖”（yuè）字，作一手持锯锯掉一人脚胫的样子（）。

甲骨文的“刖”字，表现受到刑罚的人是个一般人的形象。如果类似的景象而受刑人换成一个贵族，意义会是怎样呢？甲骨文的“蔑”字（），画一位有眼睛及眉毛的人像，在早期的文字中，这是有意表达贵族的形象。这位贵族的脚被一把戈穿过。杀人的戈，砍击的目标是敌人的头部。现在受创的部位既然是脚，就不是在战场。那么，应该是在刑场，接受断脚的刖刑。

“蔑”字的意义，《说文解字》说：“劳目无精也。……人劳则蔑然也。”图画的是贵族受刖刑，意义却是精神不振。可以推想两者的关系。一般受刑人被饶恕生命后，面对的是经济问题，没有太多的余暇去思考遥不可及的辉煌远景。贵族有财产，不必担心经济的问题，但人人需要过团体的社交生活。贵族的身份不容和一般平民混在一起，如果想保持之前的贵族社交圈，一个受刑人会荣耀地被接受吗？答案大致是否定的。那么，他就被孤立了，面对着无望的前途，可能就此精神颓废，劳目无精了。



图一

刖足奴隶守门青铜鬲

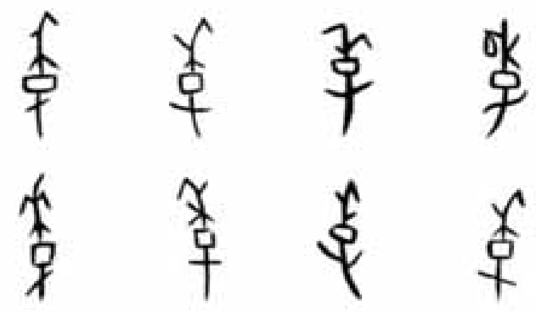
高十三点五厘米，口长十一点二厘米，宽九点二厘米，西周晚期，公元前九世纪至公元前八世纪

○五四

季，最后序列

季：『小儿搬运禾束，最后动用的人力。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

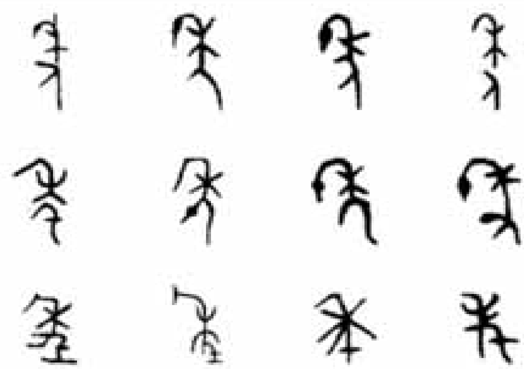


现代楷书

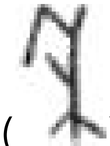
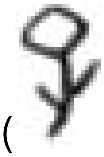
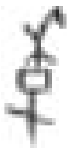
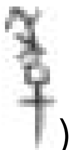
季

年：『男性成人搬运农作物之状。』

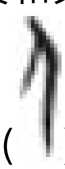
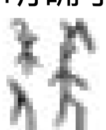
委：『女子搬运农作物而不胜负荷之意。』

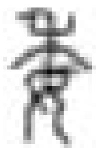
字体	年	委
商甲骨文		
两周金文		
秦小篆		
现代楷书	年	委

人类生活中免不了要对事物做等级的评定，或对序列的前后有所陈述，所以也需要有文字表达此等的状况。相对来说，有价值的事物较常被提及，其等第也容易用一、二、三的数目加以序列。等第比较后段，不容易指出具体序列的，就以“季”字表达，以下介绍其创意。

甲骨文的“季”字，作禾（）在小孩子（）头上之状（）。这是什么样的情景呢?

甲骨文的“禾”字，描写一株直秆垂穗的植物形。维持生命不能没有食物。早期人类以蔬食为主，后来虽演变为杂食性，但因肉类的生产远较植物量少，而野生谷物的生产也供应不了增加的人口，故而发展了人工栽培的农业。各地区发展了各种适合当地条件的谷类作物。中国文明早期的主要活动区域是华北，在汉代之前，其主要的谷类作物是黍，或叫小米。可以看出“禾”字就是描绘这种植物的形象（如图一）。

禾在头上所表现的是怎样的情况呢？可能要和其他二字做比较才可明确了解。甲骨文的“年”字，作一个成年男子（）头顶着禾束之状（）。此字在商代使用于“受黍年”“受稻年”一类的句子，用以表达黍或稻类谷物的收获季节。虽然不同的谷物有不同的收割季节，但在商代，一个地区通常一年只有一次主要粮食的收割。所以“年”字还被使用以表示一年的时间长度。收获季节常是氏族社会计算年代的依据。

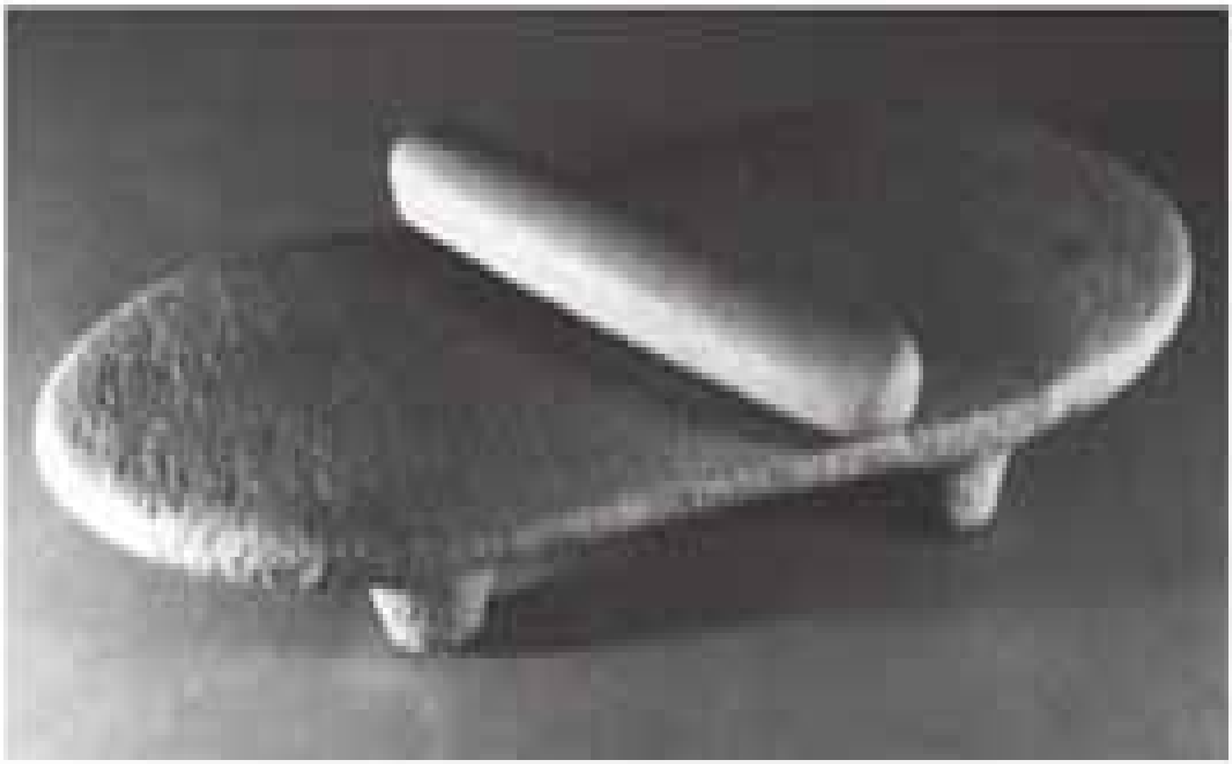
在农业较为发达的社会，谷物收割的主要劳动力由成年男子充当，故以之代表收割的活动。如约八千年前裴李岗时期的墓葬，男子多随葬石斧、石铲、石镰等生产谷类的用具，女子则多石磨棒、石磨盘等谷类加工用具（如图二）。知男子已成为从事农业生产的主要劳动力，而女子则主理家务。又有类似结构的“委”字，小篆作一个妇女头顶着禾束的样子（）。其表达的意义是不胜体力的委屈、委弱等意思。大致可归纳“季”“年”“委”的创意都来自搬运禾束的体验。因此“季”字表现小孩子搬运禾束之状。

谷物的收获是农民一年一度最重要的活动。收割、晒干、储藏等一系列的工作，要尽量在有限的时间内完成，以免终年的辛劳工作为风雨与其他的因素所毁损。一般来说，男子的体力优于女性，所以耗费体力的生产活动由男性充当。在渔猎采集和早期的园艺社会，农艺是属于辅助性的生产，故是妇女的工作。但是到了大规模从事农耕的时代，收割和搬运大捆禾束的劳动工作就都由男性充当。所以用最常见的成年男子头顶着禾束在搬运的情状表达收获与年度的意义。如果由其他类的人去从事，就用以表示其他偶发情况的意义。因此女子运禾的“委”字就不表达年获，而表达不胜体力的意思。小孩的体力更比妇女衰弱，根本不应从事收割、搬运等粗重工作，只宜做些收割、搬运后捡拾遗穗的轻易工作。除非气候有变，不能不抢时间以提早完成作业，才会动用到小孩子搬运禾束。由于小孩是收获作业最后动用的人力资源，“季”字就被用以表达次第中最末的意义，如冠亚季、伯仲叔季、孟仲季等。



图一

黍



图二

石磨盘与石磨棒

盘长五十二点五厘米，棒长二十八点五厘米，河南舞阳贾湖出土，约八千年至七千五百年前

○五五

农、晨，清早的除草工作

农：『林与辰组合，以蜃制工具在森林从事农业之意。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

农

晨：『象双手提拿蚌制的农具，一清早就要做的工作。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



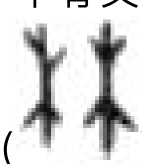
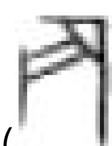
现代楷书

晨

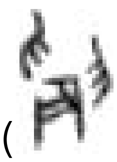
摄取食物是所有生物维持生命的必要行为，人类不能例外，所以寻找和生产食物始终是人类最重要的活动。早期的人类，食物都是采集自天然的产物，因此要过流动的生活。当某地的资源被利用殆尽时，就得移到其他有资源的地点过活。这样的生活很不方便，而且前往的地点也不一定有足够的食物。经过了几百万年，人们逐渐学会驯养动物成为家畜，改良野生植物成为栽培作物。

过原始生活的人们，不必太劳苦就可以采集到足够热量的食物。但是人口压力迫使人们要发展比采集更进步而可预期的生产方式——农业。旧石器时代的晚期，一百平方英里[1]的区域约可支持十二个半人的生活。在初级采集、渔猎的社会可支持一百人，在高级采集社会则可支持一千五百至二千人。但是发展园艺农业后，同样的面积却可养活二千五百到二千七百人。越进步的农业技术，养活越多的人。所以东汉的班固在《白虎通》中说：“古之人民，皆食禽兽肉，至于神农，人民众多，禽兽不足，于是神农因天之时，分地之利，制耒耜，教民农作。”

农业的生产远比采集、渔猎与畜牧的生活方式可以养活更多的人口，因此一般以为畜牧的发生早于农业。所以中国传说的历史，先是开天辟地的盘古氏，经构木巢居时代的有巢氏，钻燧取火时代的燧人氏，网罟（gǔ）渔猎时代的伏羲氏，种植谷物时代的神农氏，终而进到创建帝国的黄帝有熊氏。伏羲氏早于神农氏。但是就目前的考古讯息看，中国在一万多年前已成功栽培稻米，但没有证据可断言之前已驯养家畜。稳定的农业生产才能保证畜产的成功。

人类逐渐依重栽培作物过活，中国人到了有史的阶段，农业已是生活的最重要方式。甲骨文的“农”字由“林”及“辰”组成（）。“林”以并排的树（）表示有很多树林的地区。“辰”（）即“蜃”字的初形，应该侧着来看（），像有硬壳的软体动物

附着在某物之上状。河蚌是旧石器时代以来人们捕食的对象，并被制为装饰物。蚌壳的重量轻，质硬，又不需费太多的加工，其破裂处很锐利，是古人常利用的理想切割工具。蚌壳虽不堪用以砍伐树林，却是理想的除草和割穗的工具。《淮南子·氾论训》就有“古者剡（yǎn）耜而耕，摩蜃而耨（nòu）”的叙述。“农”字的原来创意就是在树木众多的地方，以蚌壳工具去从事除害苗以及收割等农耕必需的工作。江西万年县仙人洞在早期的阶段就发现数量可观的蚌器了。

较初期的农耕方式是焚烧山林，清理耕地，并以树灰为肥料。那时候，人们尚无能力开辟草地，农地也没有一定的疆界。看起来，甲骨文“农”字的创意是基于甚为古老的农业技术。后来发展到在规划整齐的平地上操作，不再是无计划、无规整的烧山方式。于是西周的金文就在商代的字形上加一个界划整齐的“田”（），表示已普遍采用比较进步的耕作方式了。到了商代，农业已是一般人主要的生活方式，是一早起来就得去做的事。所以“农”字在商代也与“晨”字一样，是时间副词，有早上的意义。甲骨文的“晨”字（），以双手持拿蜃制的工具会意，表示收拾蚌刀以便一大清早就去农地从事除草的工作之意。

注释

[1] 英美制长度单位，一英里约等于一点六一公里。——编者注

○五六

旁，犁壁推土到两旁

旁：『犁刀之上装置直板犁壁，作用是把翻起的土块推到两旁。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

旁

耤：『象一堆人推犁或踏犁耕地之意。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

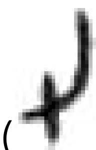


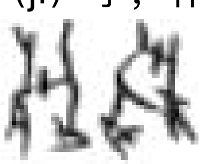
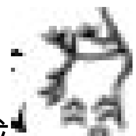
现代楷书

耤

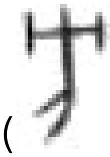
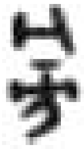
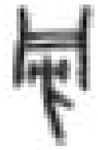
好逸恶劳是人的习性，我们可以想象，如果不太劳苦就可以采集到足够热量的食物，需要劳力的农业就不会产生。是人口的压力迫使人们发展比采集更有效率的生产方式，因而有栽培作物的创发。也因同样的原因，耕作的方式和技术都各有所改良。

当人们被迫要有所劳动才能获得谷物时，较初期采用的方式是所谓的刀耕火耨。那是放火焚烧山林，清理出耕地，并以树木的灰烬作为肥料，先在生硬的耕地上洒水使稍微软化，然后播撒种子，利用脚踩的方式把种子踏入土中。由于种子下播于土中的深度不够，产量不高。慢慢发现加大播种的深度可提高产量，就得使用工具才能使更多的表土松软，使种子播得深些，于是发明了挖土的工具。

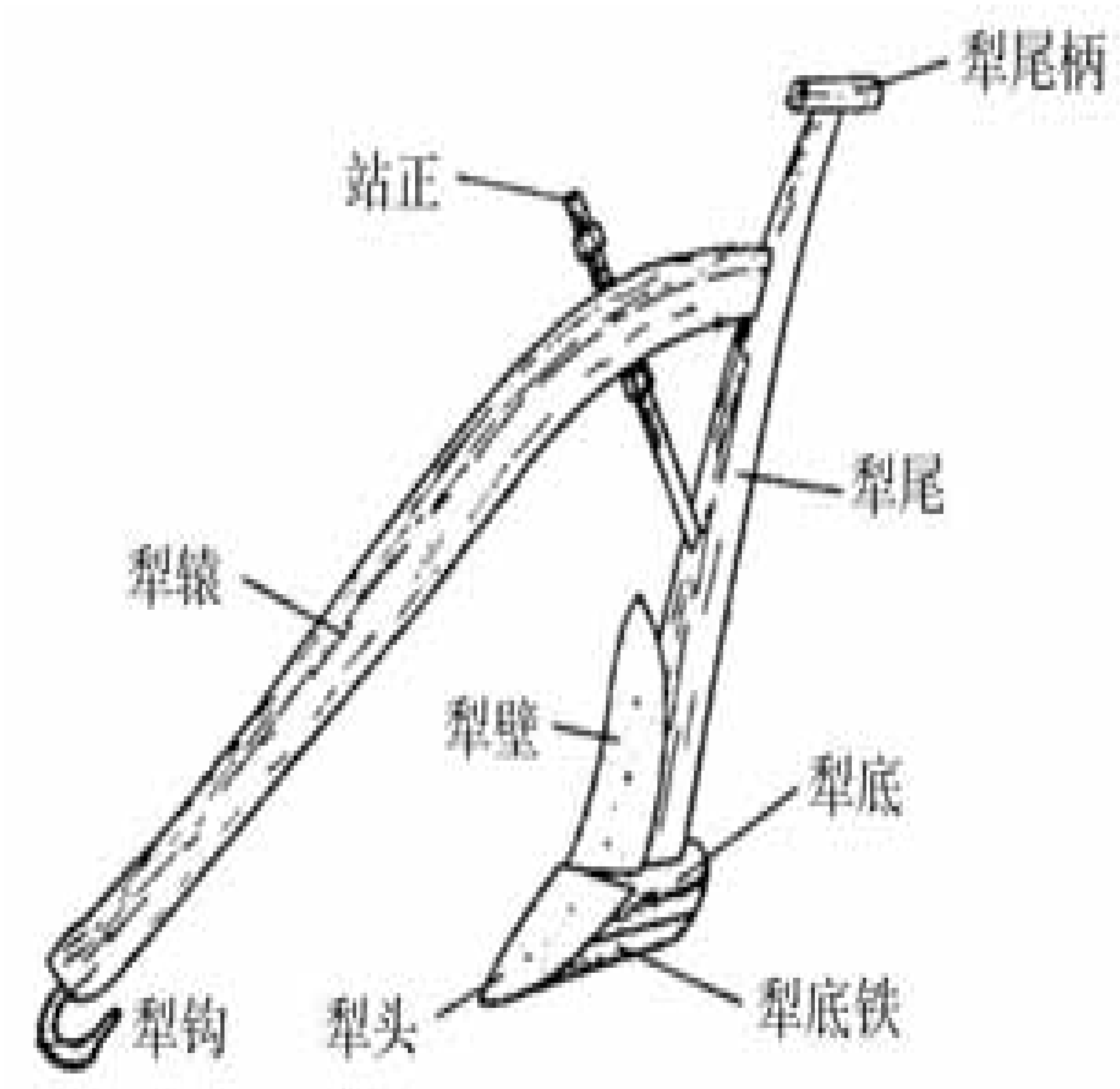
人们开始时可能用双手持拿石铲、石斧或削尖的木棍挖土，渐渐发现在尖棍的下方缚捆一块踏板，用脚踏踏板使尖刃插入土中，不但省力很多，还可以刺入土中达一定的深度，方便种子的下播。这种原始的挖土工具就是甲骨文“力”字（）的象形对象。使用这种工具，脚踏尖刃入土中后，还要双手往内压着柄，才能铲上一块土来。一次一小块一小块地慢慢整理出一条浅沟来，然后播种、掩土，静待植物生长。使用这种简单的挖土工具需要相当大的力气，所以以之表达力气。力是男子使用的工具，所以之前介绍的“嘉”字，创意是女子产下使用力的男孩是值得赞美的佳事。

一铲一铲地挖土，工作效率差，花费的时间也长，人们慢慢想出改进的办法。如果刺入土中的刃，可以使之持续前进，不就可以省下一次次的压柄与脚踏尖刃的时间吗？这种持续前进的翻土工具叫犁。甲骨文有耕种意义的“耤”（jí）字，作一人以手扶着犁柄，以脚踏方字形之犁头以耕作之状（）。后来为方便音读，加上声符“昔”而成。“耤”的意义是耕作，表现其动作的大致情况就行

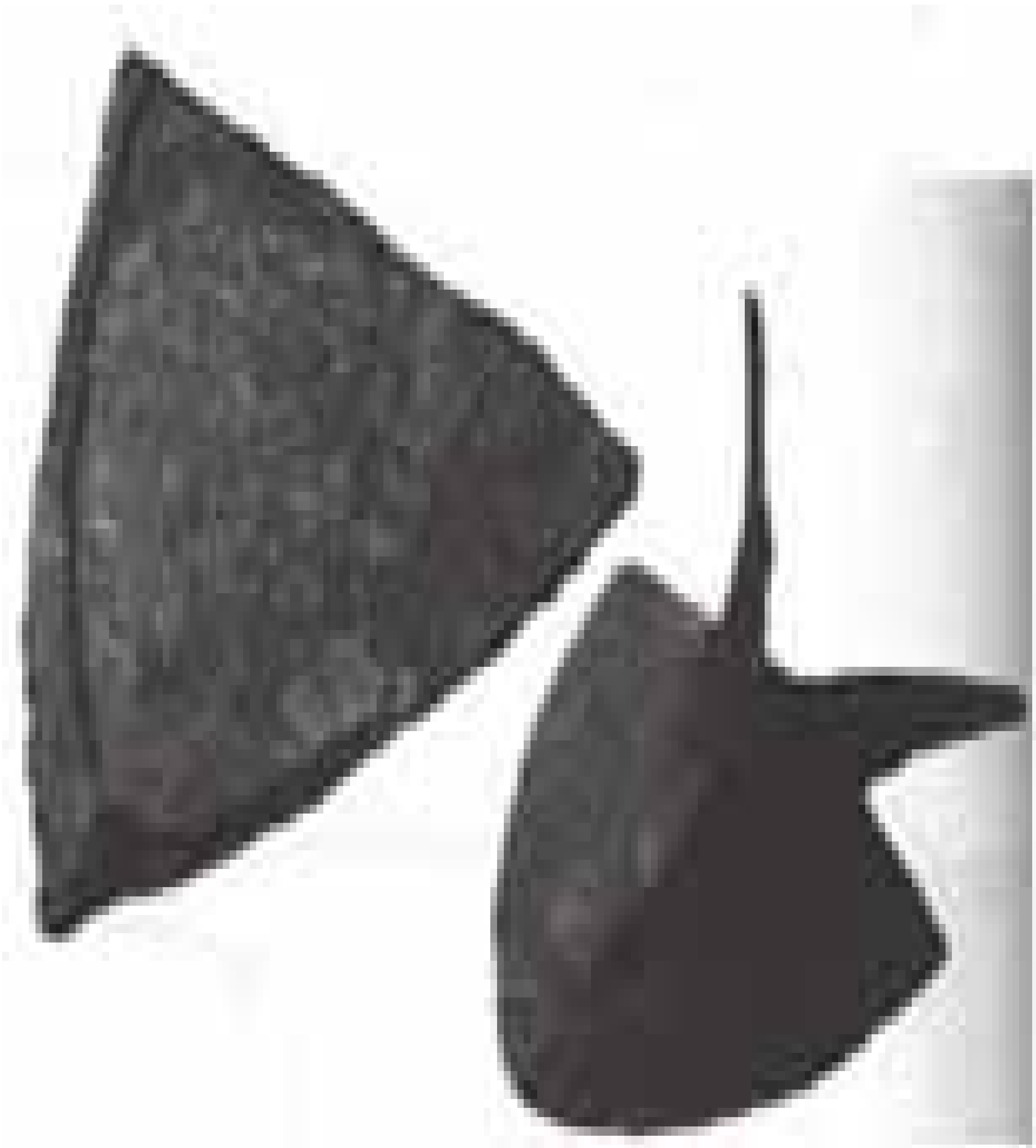
了，不必把犁头的详细样子给画出来。但此字还不能肯定表现的方式是拉犁之制。

甲骨文有“旁”字，作有歧齿的犁刀（）上装有一块横板的犁壁形（）。图一是犁把的结构细节，犁壁的作用是把挖起来的土块推到两旁以方便耕作的作业，因此有了近旁、两旁等意义。犁头上方的犁壁一般有两种形式：平板犁壁多用于生硬的生地，因可减少阻力；曲板犁壁（图二）则多用于松软的熟地，因阻力比较小。有位农民告诉我，他们还使用竖板的，将土块只推到一边。

犁壁是拉犁的耕作方式才需要的工具。结合几个人的力量虽然也拉得动耕犁，但不如用单一的力量来得容易协调。商代已知驯服牛马拉车，犁的操作比车子简单，所以商代有应用牛、马拉犁耕作的可能性，理论上应该不成问题。牛耕提高土地的利用率，才足以应付众多的人口。晚商的国都安阳，应该是人口比较集中的城市，应有相当高的土地利用率，使用牛耕才足以应付众多人口的要求。但文献少具体反映此情况，不少人认为要到春秋时代才有牛耕。不过，商代有牛耕也是可以从甲骨文得到证明的，以后再介绍。



图一



图二

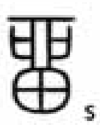
铁犁与曲板型犁壁（铧）

西汉，公元前三世纪至公元一世纪

〇五七

留，灌溉沟渠

留：「田旁水沟，可蓄水以待灌溉表意。」

商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	
现代楷书	留

劦：『三把挖土工具协作，或共同挖深坑之状。』

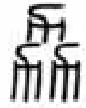
商甲骨文



两周金文



秦小篆


5

现代楷书

劦

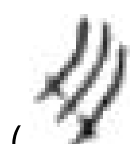
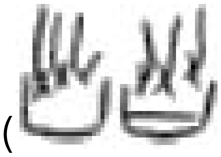
从甲骨卜辞知道，商人最常祭祀的神灵是岳与河。岳在商代指现今的霍山，而不是一般山峦的泛称。它坐落在山西省霍州市东南，海拔二千五百米以上，在商人当时所栖息的地域中是最高的山脉。在地形上，高山迎风而容易降雨。雨是古代农业种植的主要水源，岳神大致就因此而受到农耕民族的崇拜。

卜辞的河也是黄河的专称，而不是一般的河川。在商人居住的地域，黄河最长，水量最为丰富。黄河常因暴雨而改道，造成很大的灾害。商人不能不忧虑，特意取悦，以防其发怒而造成灾祸。

岳与河既是商人求雨与求年的最重要对象，可能除了希望两位神灵不带来灾难外，因水也是发展农业所不可或缺的，商人之崇拜岳与河神可能更有积极的目的，乃借用水量灌溉农田。

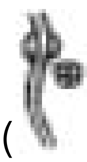
居住华北平原的人经常遭受水、旱的灾难。如果没有有效的防洪、泄洪和蓄水的水利设施，很难在那里建立人口高度集中，长期定居的农业经济和政权。华南的人们从事水稻生产，对于低平地势及纵横交错的水道，至商代已累积了二三千年的经验，应已初步掌握了根据地势高低开沟引水和做田埂等等排灌技术。他们比较有堰水开渠的知识而发展到华北平原去谋求生活。

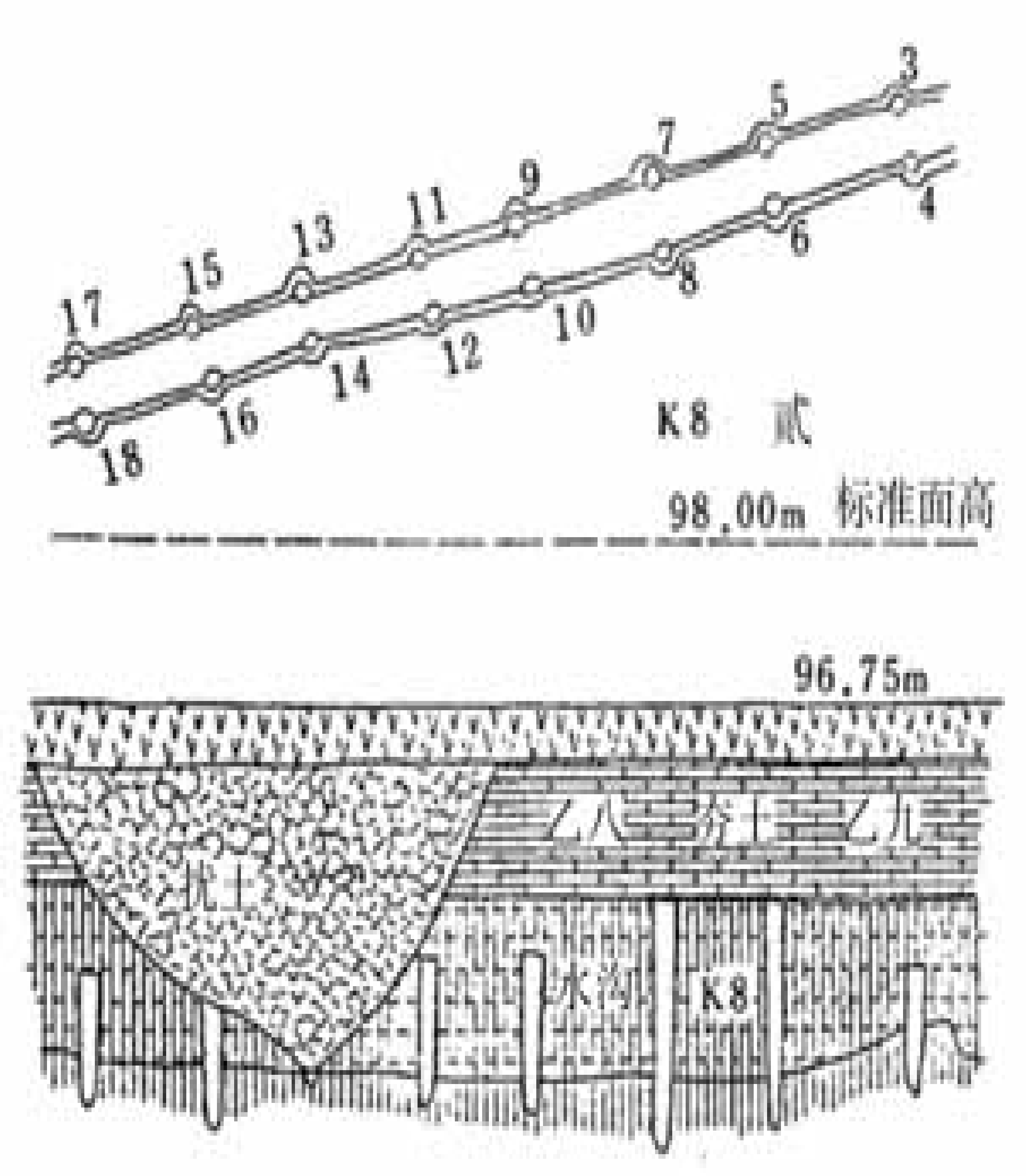
建造水渠需要大量的人力，为使工程进行顺利，又需要良好的组织及号令。考古工作人员在河南郑州发掘出一座早于安阳时期的中商城址，有人估计动用一万劳工，要十八年的时间才能完成。从这个工程的规模，知道组织民众建造大工程的能力早在商代就有了。

甲骨文的“劦”（协）字由三个“力”组成（）。甲骨文的“力”字，是一种原始的挖土工具象形，是缚捆踏板于一根尖木棍的下方，以便踏脚刺土的简单工具。“劦”字以三把挖土工具表示众人协力工作之意。此字常作三“力”之下有一深坑之形（）。只有修建大型宫殿基址，或蓄水、堰水的工程，才需要纠合众力挖掘深而大的坑洞。此字在甲骨卜辞中用于与农田有关的设施。以商代的社会背景

看，以挖掘水坝工程为最适当。因为耕地不必挖土太深，深坑既是“劦”字表达的重点，则目的比较不会是农耕的松土，应该是防旱、防涝的水利工程。商王朝从盘庚移都安阳后就不再迁徙，一方面得力于安阳的地形和地势，另一方面也可能是有了堤堰一类的建设。

远在六千多年前，人们已会挖掘深沟，防备野兽的侵袭或排泄雨水。约公元前四千至三千年的东海岸马家浜文化遗址也有开凿小渠道，引水进入居住地的设施。河南的龙山文化遗址也有水渠的遗迹。商代更有控制水流量的水闸痕迹。

在安阳发现的商代水沟有不少埋在基址之下，很可能是废弃的灌溉系统，而不是住家的排水系统。水沟两旁有木柱护堤（见图一），这些水沟显然经常流通大量的水，故设计木柱护堤以防崩塌。金文的“留”字，作田地之旁有水渠之状（）。水渠滞留他处引来的水以备灌溉田地，故有保留、存留等有关的意义。蓄水灌溉是水沟的扩大应用。安阳也发掘出像是蓄水池的长方形水池。从种种迹象推测，商代有蓄水灌溉的设施该不成问题。



图一

商代水沟段落的鸟瞰图

〇五八

造，造船厂

造：『屋子里有舟，是制造的阶段。

商甲骨文

两周金文



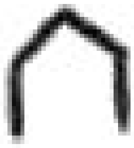
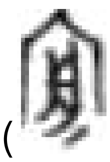
秦小篆



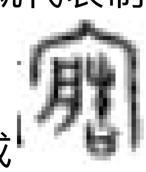
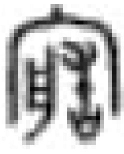
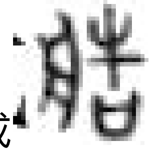
现代楷书

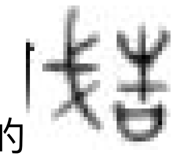
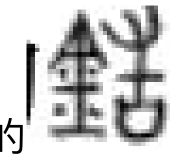
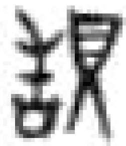
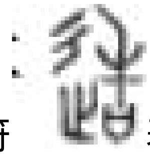
造

之前介绍过“朕”字，创意来自双手持拿工具弥补船板间的隙缝，故有隙缝的意义，假借为第一人称代名词。现在介绍另一个与造船有关的字。

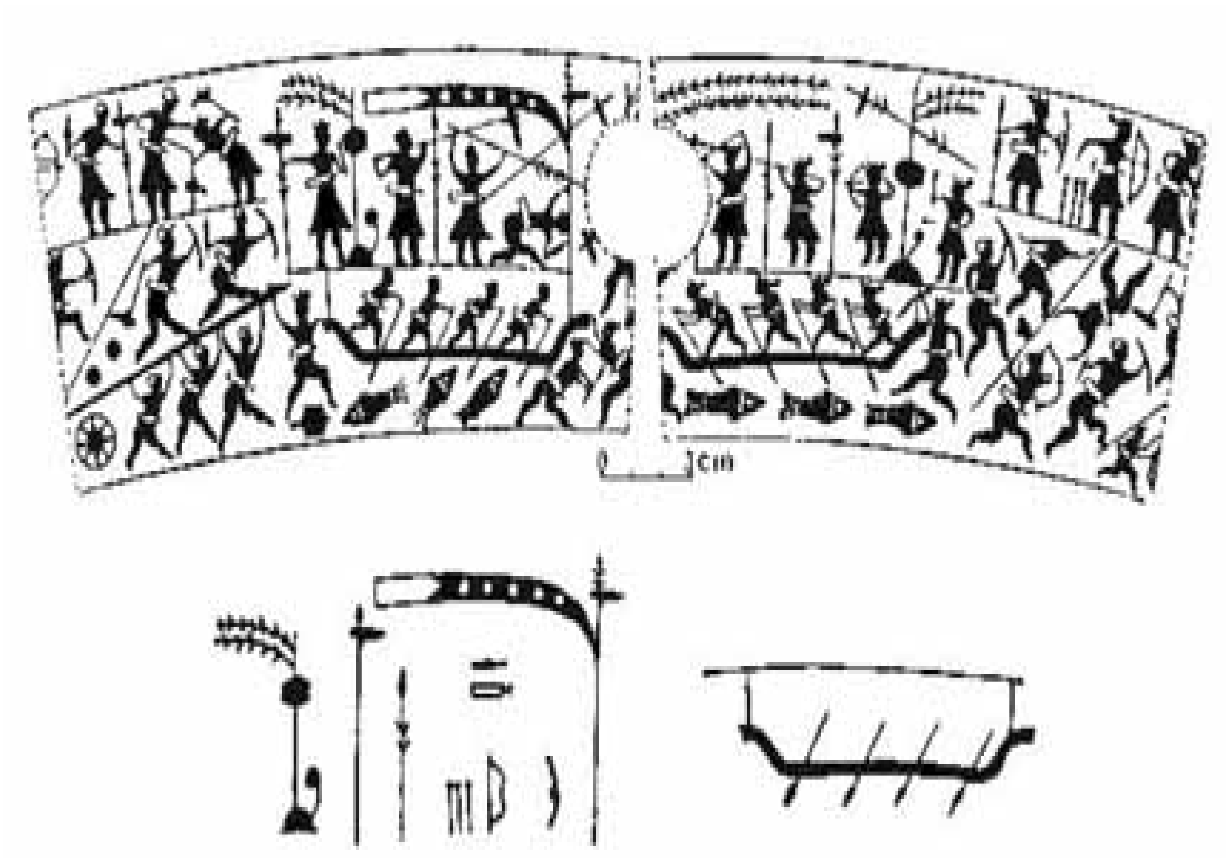
在古文字中，是常见的构件，画一座房子的外廓形状。建筑物的功能多样，建造的规模与形式也自有不同，因此古人也依此概念创造了好多意义不同的字。“宗”是同宗的人祭祀祖先的所在。“家”是养猪的地方，一般百姓的家。“宰”是执行刑罚的官厅。“寝”是存放扫把，睡觉之前要扫地的房间。“宣”是有雕刻装饰的政治领袖的房间。“库”是停放车子的库房。“安”是妇女要生活在屋内才安全。“冗”是男人不工作时才在家中休息。那么，金文的屋子里放有一只船（），意义该是什么呢？

船是航行水上的交通工具，尺寸很大，不会是屋子里摆设的用具，一般也不会把它保存或停放在屋子内。那么，里头有船的房子是什么所在呢？答案是造船厂，此字意义为制造的“造”字。

人与禽兽的最大不同在于能利用材料制造器物。有了文字，当然也要有这个重要的词语。制作是种抽象的概念，各种器物使用不同的工具制造，有不同的制作程序、动作、方式。如果采用某种器物制造的特殊景象，很容易和该器物的意义混淆。如何使用一种动作、一种产品而代表所有的制作的概念，不能不说是一个绞尽脑汁的棘手问题。古人想出了办法，船在制造、组装的阶段才会在屋子里。一旦建造成功，就要放到河海上航行。船一般不会储藏或停放在屋内，只有在建造的阶段才会在屋子里见到它的踪影，所以船在屋内就代表制造的意义！后来为了发音的方便，就加上“告”的声符而成、，省减了房子的形象而成，有时强调某种行业，有了从

戈的，从金的，从贝的，最后固定以表示交通的意符表达，终成现在的“造”字。

造船是种需要高技术的行业，过程烦琐，需要很长时间，故要在遮盖物下建造，以免受到天候的影响。就目前所知，发掘的古代造船厂以广州的秦汉时代遗址为最早，时代约为二千二百多年前。从遗留的造船台可以测知所造船只的规模。当时一般船的宽度不超过五米，少数的大船可达到八米宽度。如果以出土的船模型推算船的实际长度，此遗址所制造一般货运的船当有二十米长，载重二十五到三十吨。它比《越绝书》所说的可乘坐包括五十人为擢手的九十名军士，宽约十五米，长三十米的战船还小，推知建造的大船的载重量还不止如此。这个造船厂所建造的大概是沿海航行而不是内江的船。发展到三世纪的三国时候，依《晋书·王濬传》，晋攻打东吴的主力战舰可容二千余战士。《水经注》则说东吴的大船坐三千人。而《汉书·食货志》记载其前的汉武帝攻打南粤时，使用楼船士竟达二十余万人，《史记·货殖列传》说商家的船队连接起来有千丈之长，都可以看出两汉时代船运发展的规模和快速。



图一

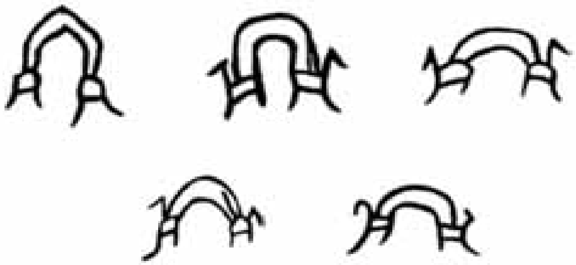
战国铜鉴上的水战图纹，以及战船和武器装备示意图

○五九

虹，双首大虫，吉祥象征

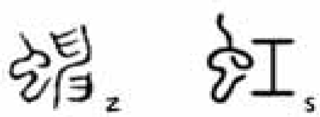
虹：『双头穹身的神话动物形。』

商甲骨文



两周金文

秦小篆



现代楷书

虹

有形可描绘的东西最容易制作成象形文字。商代有关天体与气候的文字中，“虹”字属于象形，后来为了方便书写的笔画规范，才成为从虫工声的形声字了。甲骨文有一个字（），描写一条首尾都有头的穹身动物形。比对后世的传说，这是个“虹”字该不成问题。甲骨的刻辞有“……昃亦有出虹自北，饮于河”（《合集》10405），“虹惟年”“虹不惟年”（《合集》13443）。虹是水蒸气受阳光的折射及反射而形成的自然景象，常在雨后出现，甲骨文也有雨后出现虹的记录，故此动物形必是“虹”字。雨后七色彩虹是人们不能忽略的天象，但它是只能远看的虚像，一接近就看不到它了。看到远方的虹好像在饮大河里的水，古人不明白其物理，以为与降雨有关，故想象虹有头有口可以吸水，有致雨的魔力。雨是古代农业用水的重要来源，所以也占问彩虹对一年的收获有无影响。

彩虹致雨的信仰至迟东汉的时代犹存。山东嘉祥武氏祠左石室屋顶前坡的西段有雷神出行施威图（图一），图上有雷神、风伯、电母、雨师等神，还有雷公拿着锤与钻，弯身在双龙头的穹身神物下打击某人的景象。这可能表达遭受雷击的现象。图上的穹身双首形象不正是和甲骨文所描写的“虹”字一模一样吗？连头上的触角也被忠实地表现了出来。所以学者对甲骨文“虹”字的辨识是无可怀疑的。《明堂月令·季春》有“虹始见”，说明古人对于雨后彩虹出现时机的重视。

图二这件玉器，主体作弧曲的带状，在上头装饰多列平行的斜排蝌蚪纹，两端则雕成微微张口的龙头形，可肯定整体就是一条头尾都是头的彩虹形。玉器中间的上方穿有一孔，作为穿系绳索之用。两端龙口的内部雕成小圆圈状，也具有同样的作用。这种文物称为璜，是一组腰佩饰的重要零件。

这类弧形的玉器，在东南沿海地区是六千年前以后的新石器时代遗址常见到的。两端也大都有钻孔，用途应该都是一样的，作为身上的佩饰，只是西周以前的造型简单，没有繁缛的花纹，而且使用的习惯也稍有不同。从在墓中的位置判断，早期的璜，两端向上，被悬吊着。西周开始增加花纹，也转变为两端向下，两端有两孔可以系挂其他若冲牙、流苏等零件，意味着整组的玉佩更为繁复多样。

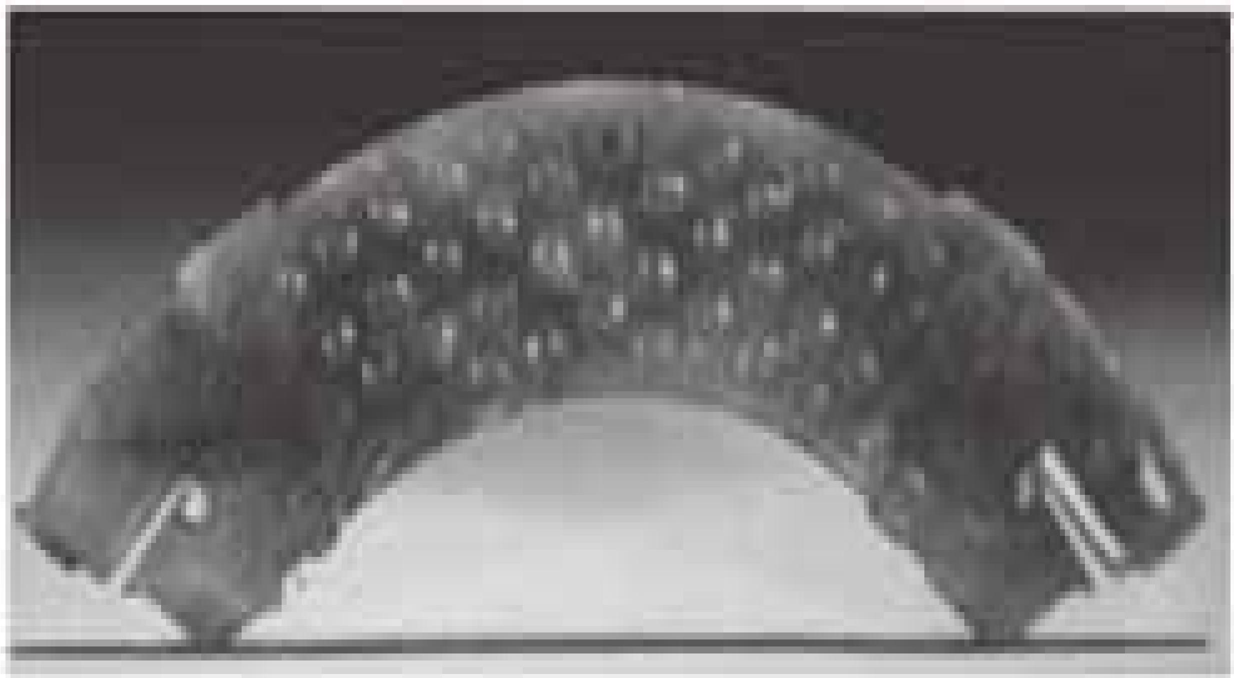
学者观察到，良渚文化的玉璜很少和表现男性政治权位的玉琮、玉钺共出，表明它比较可能是女性的用品。女性较男性喜爱装饰物应是合理的推测。不过，成组玉佩要求佩戴者步调缓慢而有节奏，以免玉佩相互撞击的声音紊乱。其谨慎的态度被贵族采用以表现其不事生产，雍容肃穆、高人一等的形象，就成为男女通用的服饰了。

新石器时代的璜，不但两端都是平齐的，而且向上弯曲，绝不会取形于彩虹。但西周以来的双头龙形璜，不但形状，位置也与彩虹一致，则其取象于彩虹应无疑义。西周时代可能因彩虹有致雨的信仰，为吉祥的象征，才取以为服饰的形象。



图一

嘉祥武氏祠画像石的雷神出行施威图部分，彩虹的形象与甲骨文的“虹”字同



图二

双头虹形淡绿玉璜

长十一点六厘米，战国，约公元前四七五年至公元前二二一年

〇六〇

咸，仪仗队伍，喊口号整齐划一

咸：「戌戚皆为仪仗兵器之形，仪仗队的喊叫有训练，整齐而洪亮。」

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

咸

替：『两人站立不齐，或并立于深坑而不合作脱险，表达败坏的情势。』

商甲骨文



两周金文

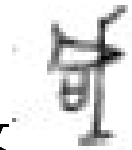
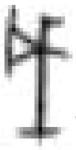
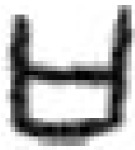
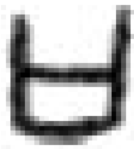
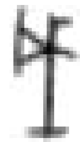


秦小篆



现代楷书

替

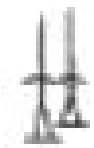
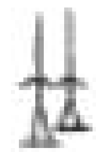
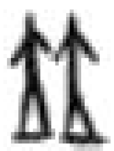
“咸”是自古以来常用的副词，表示全部、一起的意思，到底此字是基于什么情况创造的呢？这个字的甲骨文是由两个字组成：戌（）与口（）。是人的嘴巴象形，是一种武器的象形，《说文》没有说明白为什么一把武器和一张嘴巴会产生“全部”的意义。

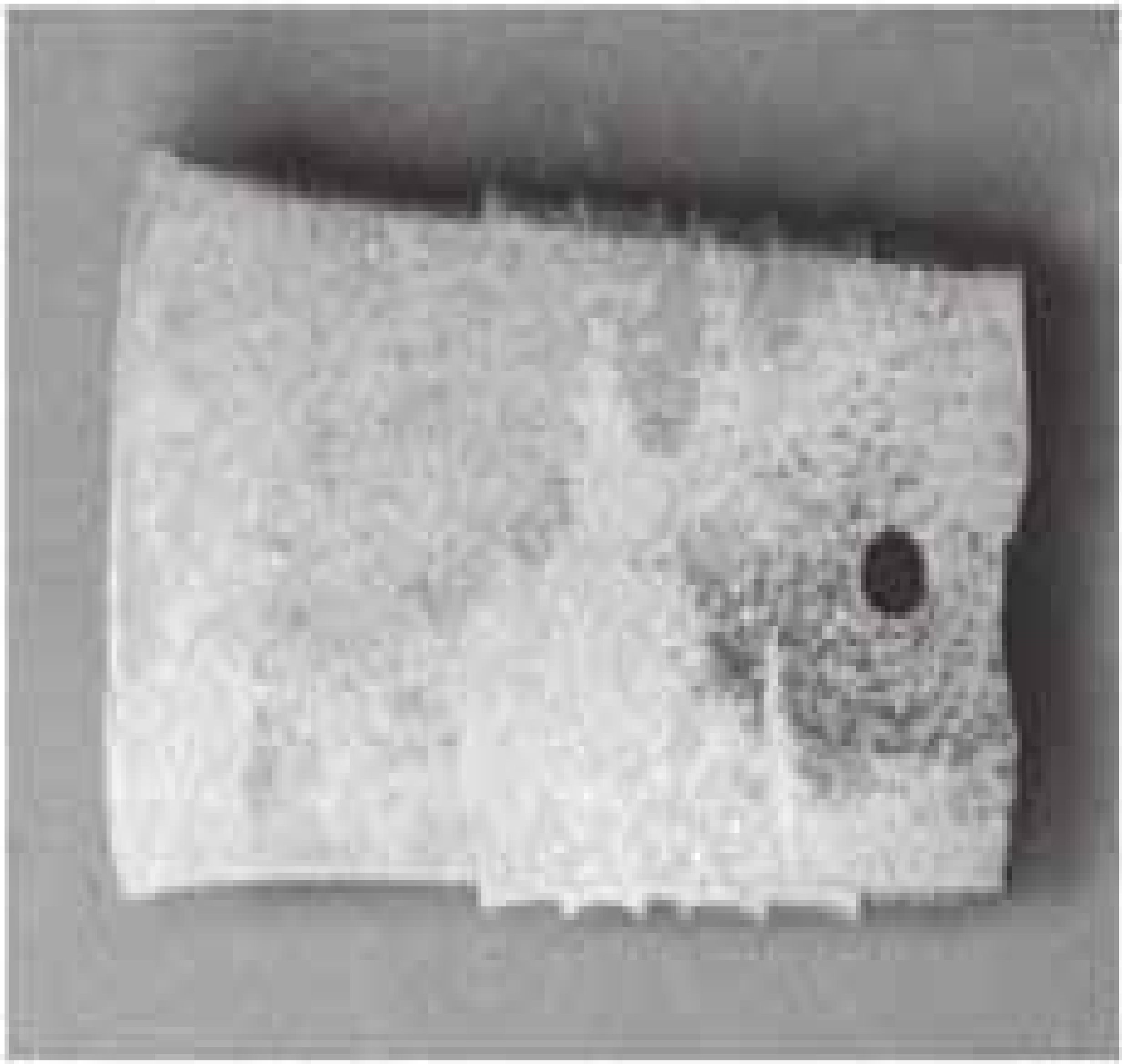
首先要知道戌是何种作用的武器，才容易理解“咸”字的创意。古代的兵器约可依使用的目的分为两类：一是以杀人为目的，一是主要表现贵族的威仪。第一类有戈，那是装在柄上的细长刃器，利用挥舞的力量，以刀尖砍劈敌人的头部，或以锐利的刃拉割脆弱的颈部以达杀敌的目的。它是利用铜材的坚韧、锐利特性而发展出来的武器，是铜材普遍使用之前所未见的形式。另一类作为权位象征的仪杖，不是实用的杀人武器。形式多种，有自斧头发展而来的宽刃斧钺，有自戈发展而来的细长直刃的戚。干支的“戊”“戌”字就是其象形。有些更把刃的部分做成波浪形，如“我”与“义”字。

戈是针对人类弱点的设计，是战争升级、国家兴起的一种象征。为了达到更大的杀伤能力，戈的形状不断被改良。最初的铜戈只有下边的刃锐利，可以钩劈敌人。逐渐改良将刃的部分加长而弯到柄的一边成为胡，使刃的长度、攻击角度都适当增加，以颈与肩部为目标，对付保护头部的头盔穿戴。从出土的铜戈形制就可约略看出一个遗址的大致年代，因为戈是实用性的，每个时代都使用其最进步的形式。反观源自工具的钺、戚、斧等类，因是非实用性的，只要好看、多样化就可以，所以器形没有显明的时代性变化。所以在商代，由于戈是作战的主要装备，故很多与作战有关的字就以“戈”为组成的部分，如武、戍、伐、戒等。而取形自斧钺的字，就用以表达他种与战斗无关的意义。

戌既然是为了表现贵族的威仪而制作的，则“咸”字的创意就可能与仪仗队的行为有关。仪仗的训练重在表现使用者的威严，不在杀人，所以经常嵌镶贵重的宝石或美玉，甚至全体用不足杀人的玉材加以制作。仪仗队不但步伐整齐，且经常发声洪亮，整齐划一，吸引目光。

由于仪仗队执勤的口号响亮而划一，所以就利用其全体发出一致而同样的声响来表达全部与一起的意义。呐喊的“喊”字使用咸与口组合，应该是有所关联的。

仪仗的仪容最重整齐与划一，如果队伍出现不整齐的现象，当就是严重的失误与不当。金文的“替”字有两个字形、，《说文解字》的解释：“废也。一偏下也。从竝（并），白声。”“一偏下也”，应该指第一个字形，“从竝，白声”指第二个字形。第一个字作一高一低的两个“立”，“立”是一人站立的形象，表达在行列之中不整齐而有碍观瞻，所以有败坏的意义，实在再找不到更贴切的解释了。“替”起初以两“立”不在一直线表达，其重点容易被忽略而误会为并立的“并”字（），因此改变以两人于坑陷之中站立张口大叫，无补于脱离险境。不如相互合作，让他人踏上自己的肩膀或可能脱困。



图一

玉戚

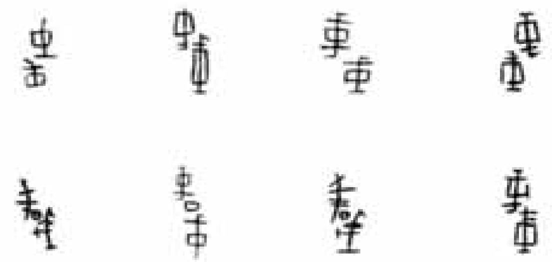
长十一点三厘米，宽七厘米，约公元前二十一世纪至公元前十七世纪

〇六一

誖，队伍凌乱

誖：『慌乱排列而致两盾相撞之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

誖

远古时候的人们过着采集的生活。自然界提供足够的食物资源，饿了就从自然界摘取食物，过着无忧、无虑、无争的生活。但是人口的压力使食物不够分配，人民被逼一方面发展农业与畜牧，生产自己所需的粮食，一方面又采用武力的手段，掠夺别人的辛劳成果。

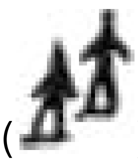
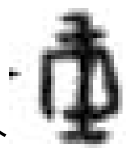
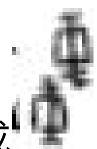
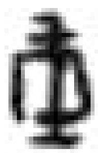
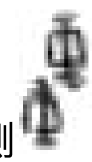
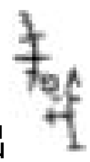
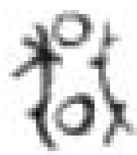
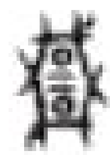
经济的掠夺常是引起战争的主要动机。经营农耕的人们，有必要组织武装力量以占有温暖的地域、肥沃的土地，获取充分的水源以生产粮食。为了保护辛劳的成果不被侵夺及毁损，也有必要武装起来保护自己。小的武装集团在强有力者的领导下，逐渐扩张成为大集团及部落。这种争夺自然资源的战争促成产业发达，组织能力提高。同时，水源是发展农业的重要条件，为了有效控制水源，开凿渠道、蓄水库以弥补降雨量的不足，或为了维护渠道及合理地分配用水，不但要有众多的人力去修建，更需要有效的组织及统一的号令去执行。这些因素都会激起人们建立中央集权政府的需要和愿望。所以，以农业为生的社会，比较容易从氏族社会的性质发展为国家的组织。

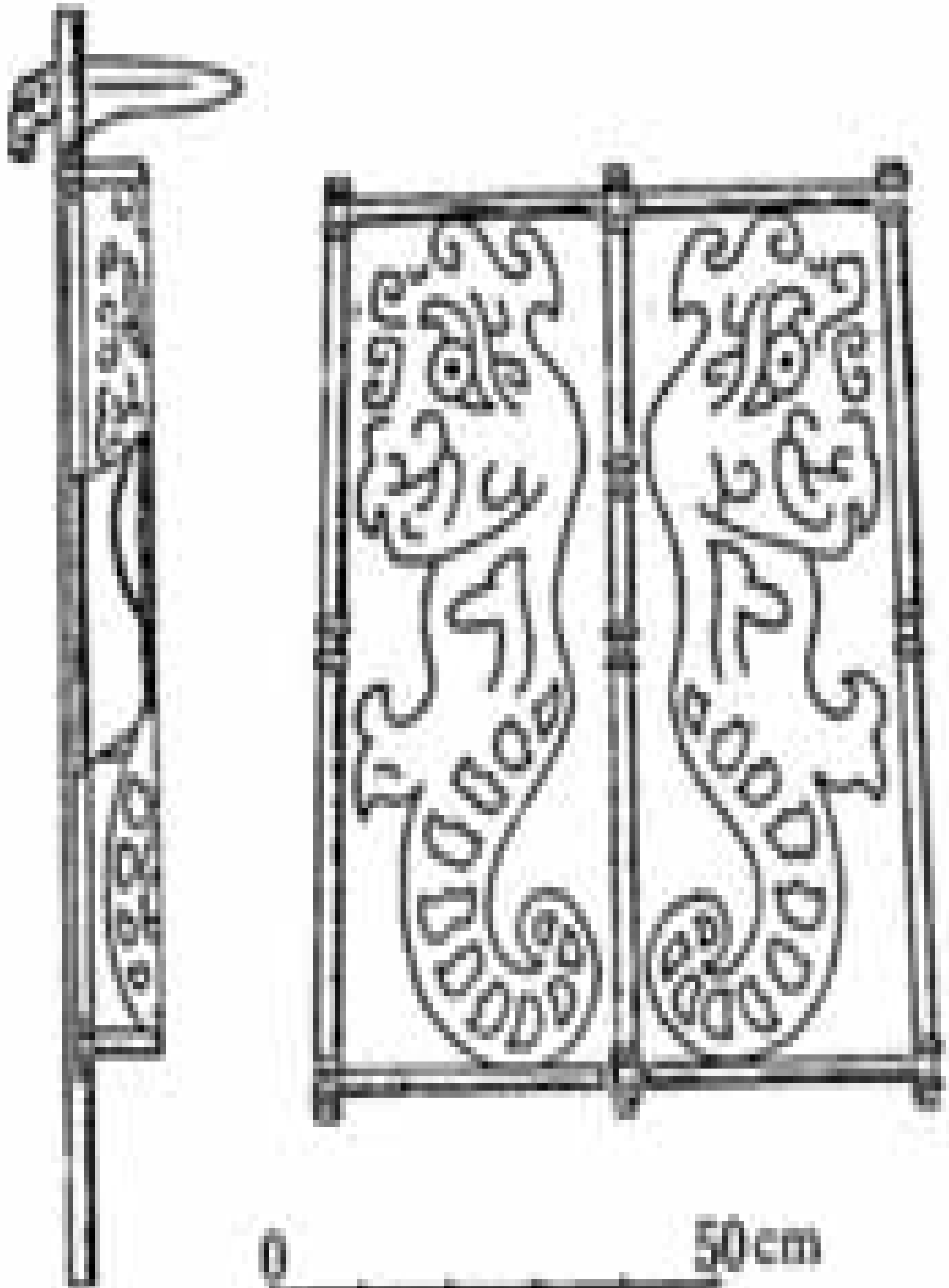
竞争是所有自然界成员为求生存所不能不采取的手段，战争又是进化到农业社会时所必经的过程之一，战争的规模也因战术的灵活和工艺的精良而扩大。

从地下考古所见的新石器时代村落和其生产效率来看，其时战争的规模必定很小。传说黄帝的时代约是四千七百年前新石器时代的晚期，经过五十二次的争战才令天下的人服从。那必是经历长时间的小战斗，逐渐掠夺、扩充而强大的。商汤“十一征而无敌于天下”，次数已减少很多。后来周联军攻打商人，只一场大战就决定了命运。战争既然规模更大、更激烈，为了提高作战的效率，就出现指挥作战的王者。

卜辞反映，商代召集兵士一次以三千人为常，有时五千，甚至一万三千人，也提及杀敌二千六百五十人。杀馘（guó）一般是俘获人数的三分之一，推测该次战役俘获敌人可达七八千人，则双方动员的人数当会超过一万。看来商代大规模的战斗，双方动员一万人以上是不成问题的。到了西周时代，其规模又有所增大。譬如公元前十一世纪康王时，盂受命征伐鬼方，交上战俘一万三千八十一人。显然规模较商代又扩大很多。

小规模的冲突不必有人指挥战斗。但大规模的战争，不但有人统筹指挥战斗，参与者更要讲求战斗技巧，才能有效发挥战斗力。甲骨卜辞有“大学”的名称，教学内容有“教成”“学马”“王学众伐于免方”，应是有关军事的训练。负责教学的人自周代以来已名为师，师在商周时代都是一种军衔。《周礼·地官·师氏》说，师氏掌教育贵族子弟及王家侍卫，不但渊源自商代，也表明军事为古代教育的重要内容。

军事训练的内容，借用今日的情况，首先是队伍的集合与编排，然后是战斗技巧的锻炼。队伍不整齐就是训练不严、军纪不律的具体表现。甲骨文的“替”字，作站立的二人一高一低（），把队伍的整齐性破坏了，故有废替、败坏的意义。“誖”[1]字也有类似创意，甲骨文作两个相向成。是一种附有戈的攻击性盾牌，如图一。从“誖”的意义为“乱也”，可以推测表达队伍不但凌乱，而且还有相互面对的情形。戈是会伤害人的武器，排队时要全体面对同一方向才是。现今竟然凌乱到可能伤到同侪的局面，当然是非常糟糕，誖乱非常。这不是很好的有违常规的示范吗？这个字的演变，首先是把盾牌析出（甲骨）、（金文）、（籀文），再进一步成形声字的“誖”与“悖”。



0
50cm

图一

注释

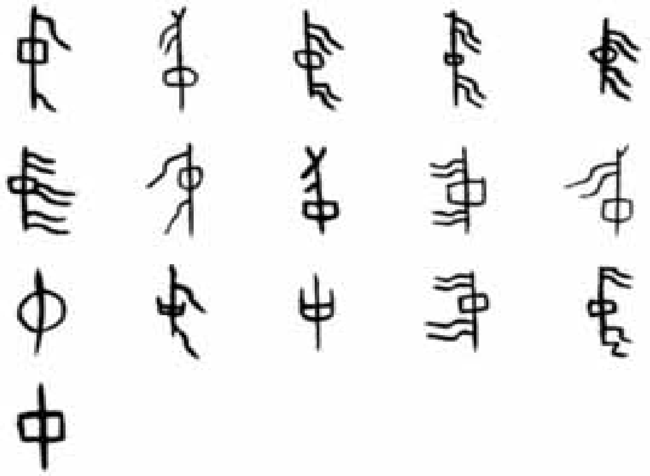
[1]“誖”同“悖”，今为“悖”的异体字。——编者注

〇六二

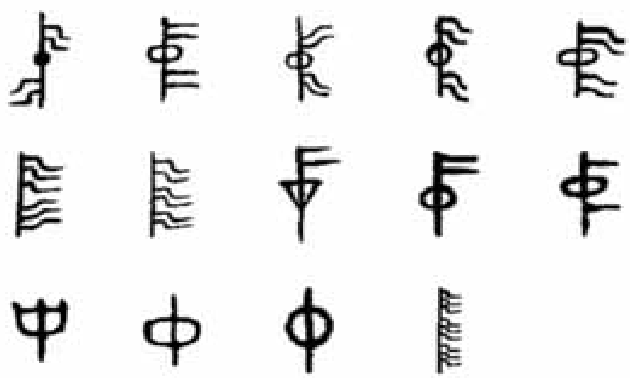
中，旗号发令

中：『插旗于一范围之中心点，后来省略旗游的部分。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



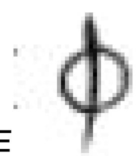
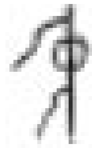
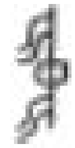
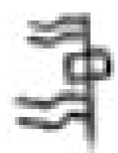
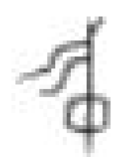
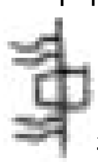
现代楷书

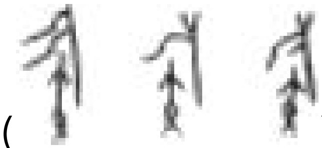
中

中国自古以来就有宇宙是由水、火、木、金、土五种物质所构成的想法。这种对自然界的粗浅观察，虽无新奇之处，但当时又有阴阳学说，以为宇宙的变化是由阴、阳两种动力相互消长所致。到了战国时代晚期，这两种学说被结合起来，以为宇宙很有规律地依阴阳和五种元素的消长做有规律的变化。五行的理论越来越流行，汉代达到最高潮，以之与颜色、方向、季节、时辰、地理、器用、数目、音律、教令等各种事物做有意的配合和附会，使得整个社会都浸泡在迷信的浪潮中。对于颜色的配合，东方青木，南方赤火，西方白金，北方黑水，中央黄土。中央是控制四方的关键所在，最为重要，所以政治的最高领袖皇帝就要坐镇中央，使用黄色的衣物。那么，“中”是基于什么概念创造的呢?

中国人自商代就把自己居住的地域看作被四周方国所围绕的世界中心。甲骨卜辞显示商人向四方致祭，希望东、南、西、北各方向所管辖的地域和盟国都会得到上帝的眷顾，获得好收成。这种思想起码可上溯到六千多年前的仰韶时代。

陕西临潼姜寨是半坡类型的典型代表遗址，规模相当大，约有五万平方米。大致是为了防御敌人的入侵，把村落建成一个由河流与壕沟围绕的圆形社区。一百多座房子分为五群，每群以一大房子为主体，大门均朝中心的广场。中心的广场会有什么呢?

甲骨文的“中”字异体甚多，作、、、、、等形状，看起来跟旗帜有关。卜辞多次占问“立中”的事，知是一种和军事有关的设施。还问及立中时会不会遭遇大风，可见有大风时不利于立中。其中一立中的“中”只作一个圆圈，可能就是“中”字的最早字形。

旗帜在古代社会是很重要的东西。旗所插之处即该部族驻地，旗所向之处即部族行动的目标。高举的旗帜易为众人所见，战争时旗帜就掌握在指挥官的手中以做指挥之用。所以甲骨文的“族”字，作旌旗之下有一支箭之形（），表示在同一旗帜下的战斗单位之意。古代的军队组织初以血族为单位。商代的男子都受军事训练。同属一血族的人居住于同一区域，平日协力生产，战时共同御敌，荣辱与共，作战的效率比较高。平日，旗也是整族人聚集生活的中心，为了强调血缘集团的牢固和集体生活的性质，也为了防御敌人的入侵，所以才把村落建成一个圈子的形式。

村落是经营农耕生活的生活居住区，是农民费了很多心血所建立起来的。为了要保护辛劳的成果不被侵夺及毁损，不但要有武装的力量，也要建立起预警的机制，能实时将敌人侵犯的讯息迅速告知村民以有所应变。

中央既然是制临四方的最佳地点，可以想象传达讯息的旗子应该竖立在中心处。这是竖立旗帜的一贯地点，以之创造中心的意义应该非常理想。古代没有扩声器，只有利用旗号才能让远方工作的人见到，了解其意义。平常只见一根光溜溜的旗杆，但有事时，就分别升上不同颜色或形状的旗子让远方的人也能见到，一如海军用旗语联络讯息，所以“中”字有时作没有旗游，有时有两条或四条旗游飘扬。

〇六三

疾，赶快就医

疾：『一人有箭伤之病痛。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

疾

疒：『一人病危，睡卧于床上，预备接受死亡仪式。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

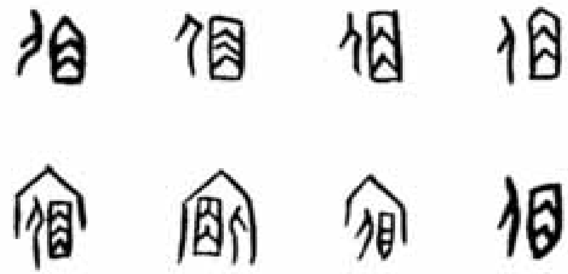


现代楷书

疒

宿：『作一人睡卧于屋中席上之意。』

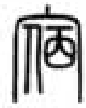
商甲骨文



两周金文

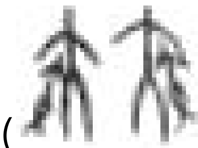
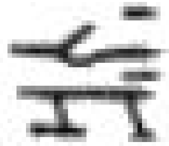


秦小篆

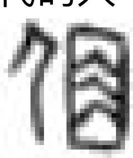
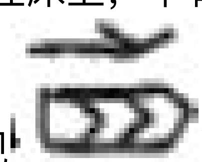
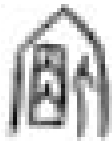

s

现代楷书

宿

甲骨文的“疾”字有两种写法，一作一个人被箭矢所伤（），另一作一个人生病而睡在床上，身上还流汗水或血液的样子（）（应侧视）。不同的表现手法似乎表现不同的病痛原因。前者明显是由于外来可知的事故，后者则可能起于内在不可见的因素。但是从卜辞使用两字的内涵看，似乎并无外科与内科的分别。这两个字形合并就成了今日的“疾”字。疾病是人人所厌恶的，一旦得病就要赶快加以医治，故有厌恶及疾快的引申意义。表明商代已讲求对策，积极医治疾病，不是处于等待死亡，或放任它自然病愈的时代了。

疾病是人人不可避免的痛苦，古人尤甚。古代治病的方式不外求神与用药。一般人以为用药较为先进，是文明之后才发展起来的。其实恐非如此。菲律宾的丛林中，发现有还过着旧石器时代生活方式的山洞野人，他们没有神的观念，生病时任由病势发展，辗转呻吟，除依靠体内自身的防疫本能外，并不知道向鬼神求救。但一旦被毒蛇咬到，却知道用某特定的草药加以治疗。某些动物也有天然的本能，知道食用某些东西治病，所以远古的人们能对某些外伤使用药物并不意外。要到相当有智慧的时代，人们才能想象有神灵，并向神灵求救。但一个社会要对内科的疾病有了认识，并遵循一定的治疗方策，才可以声称某时代已经有了医学。

商代的人平常并不睡在床上，甲骨文的“宿”字，作一人于席上睡觉之状（）（应侧视），后来加上一个房子的符号，表示睡觉的场所（）。创造文字时，睡眠用席子，卧病在床上的表现方式，原来和古代的信仰有关。

台湾以前的习俗：“病重临危，则将病人由床房移至正厅中临时铺设之板床，称徙铺或搬铺。凡男女成人，中年以上有配偶子嗣而死，谓之寿终，而依古礼，男徙正寝，女徙内寝。唯徙铺为男移正厅正旁（右侧），女移倒旁（左侧）。如是，徙移正厅，认为死者能在家屋中最好地方死得安定。俗以死者在睡床上死，冥魂将被吊床中，不能超度。因此未成年者夭折，虽不移正厅，亦移床前地上。家有长辈，亦不移正厅而移护龙（侧室）。凡被徙铺者，已知将离此世，招唤家人留遗言，分配遗物，此谓分手尾钱，嘱家人预备丧事。”

生病并不一定会导致死亡，何以古代文字会反映人一生了病，就要考虑到丧事而让病人睡在板床上呢？我想这与古代的医疗水平有关。对于致病原因不明的内科疾病，商代还无有效的办法。主要对策是向神祈祷或祭祀以求解救，病死的机会很大。因此一旦得病，就得做最坏的打算，把病人放到可以移动的床上，搬到适当的地点，以备万一不幸时刻的来临，可以死得其所。

春秋之后，药物已发展到可延长病期，甚至使人痊愈。病人既然习惯长期睡眠于病床，不再忌讳木床本是死亡时停尸的器具，渐被接受而为日常的坐息家具。床板高于地面，不但避免潮湿，也避灰尘。也许人们因之利用以坐息，在其上铺席子。战国时候的病床已发展到附设有屏风、凭几、承尘的帐，成为可以坐卧、进食、书写、会客的多功能家具，为大厅最有用的常设家具。但是如此的床可能过于笨重，不便在客厅被移来移去做其他的用途，后来就被搬到寝室专供睡眠之用，而客厅就改放置桌椅了。



图一

贴金浮雕彩绘承棺石屏长二百二十九厘米，宽一百零三厘米，高一百一十七厘米，北周大象元年（公元五七九年）

〇六四

梦，神的启示

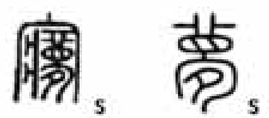
梦：『作一人睡眠于床上，却睁眼好像有所见之状。』

商甲骨文



两周金文

秦小篆

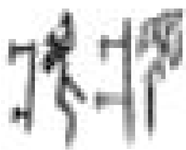


现代楷书

梦

梦是入睡后脑中出现的表象活动，是人人都曾经有过的奇妙经验。对于做梦之科学研究，是从二十世纪才开始的。古人对于做梦没有深刻的了解，如果一个民族对梦的起因和后果有好像迷信的看法和应对，是不值得大惊小怪的。有人认为梦是现实的反映，有人则认为梦是事情将发生的前兆，应该尽快去做梦到的事。由于各种不可思议的情景都可以入梦，尤其是已过世的人在梦中宛如生人一般，故古人普遍认为做梦是神灵的感召，鬼神在给人们某些启示，所以普遍有重视梦境的现象。

中国对于做梦的记载，至少可以追溯到三千多年前的商代甲骨卜辞，其梦中出现的有祖先和自然的神灵，以及死老虎、白牛、活着的人等，不一而足。

甲骨文的“梦”字，作一人在床上睡眠，眼睛却睁得大大的，好像有所见之状（）。另一形的眼睛部分被省略，床上的人只剩下眉毛及身子（）。上文“疾”字的文章介绍，商代或之前，一般人睡眠于地上所铺设的草席，床是为临死的人预备的停尸之所，并不是日常睡眠或生活起居的地方。因为古时生病很容易导致死亡，所以一生病就要做最坏的打算，让病人睡在特制的床上，以便死得其所，可以让灵魂顺利地往生。梦既是人人平日皆可能有的经验，为什么文字的创意要以躺卧在停尸的床上，而不是席上表达呢？

也许病危的人比较容易做梦，如《论衡·死伪》：“人病，多或梦见先祖死人来立其侧。”《晏子春秋·内篇》：“景公病水，卧十数日，夜梦与二日斗，不胜。”《礼记·檀弓上》：“夫子曰：‘……予畴昔之夜，梦坐奠于两楹之间。……予殆将死也。’盖寝疾七日而没。”在戏剧里，我们也常看到临死的人会托梦给远地的亲人交代一些未了的事情，或向有关的官员申冤。所以古人很可能有意以病床去创造做梦的字。

做梦在古代恐怕也不是常有之事。《庄子·大宗师》有“古之真人，其寝不梦，其觉无忧，其食不甘，其息深深”。心理压抑时比较容易做梦，所以俗话说“日有所思，夜有所梦”。我们虽然天天做梦，但很多人

都记不得做梦的内容。古代的社会较单纯，少烦忧，因此所记得的梦境恐怕要比现代的人少得多。庄子谓圣人无虑，故也不做梦。当古人遇有重大事情需要决定时，如出猎、迁移等，有些民族就会用占卜的方法向神灵请示。但如果该民族有梦境是鬼神向人们有所指示的信仰，也就会乞求神灵于梦境的指示。

做梦并不一定能在某段需要的时候发生，故有些部族以挨饿或吃药物，让身体虚弱或精神恍惚而强制起有如做梦的幻觉。吃药或绝食都可能导致死亡，所以要睡在床上，万一死亡也不违反死亡的礼仪。死不足惜，怕的是不能重生。由于梦被视为精神的感召，作为一个部族领导人的巫师或酋长，他们负有一族安危的重任，他们的梦就被认为与大众的福利有密切的关系，自然他们所做的梦受到重视。早期的文字，为了强调贵族的身份，常把眼睛与眉毛也画出来，“梦”字特地把做梦者的眉毛也画出来，就是要表达做梦者是巫师或酋长。

〇六五

葬，睡在棺中床上

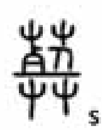
葬：「一人躺卧在棺内的床上之状。」

商甲骨文



两周金文

秦小篆



现代楷书

葬

死：『一人跪拜于腐朽骨之旁，头低垂有哀悼意。尸体以不同的姿态放置在棺中之状。』

商甲骨文



两周金文



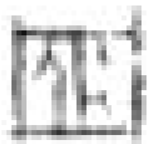
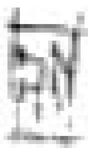
秦小篆

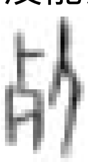
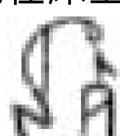
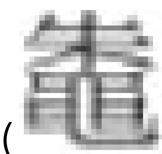
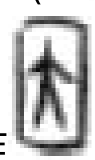
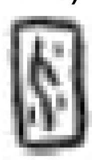


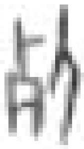
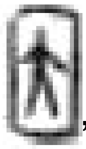
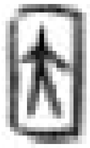
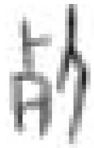
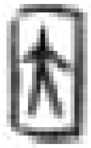
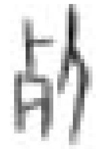
现代楷书

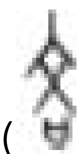
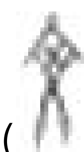
死

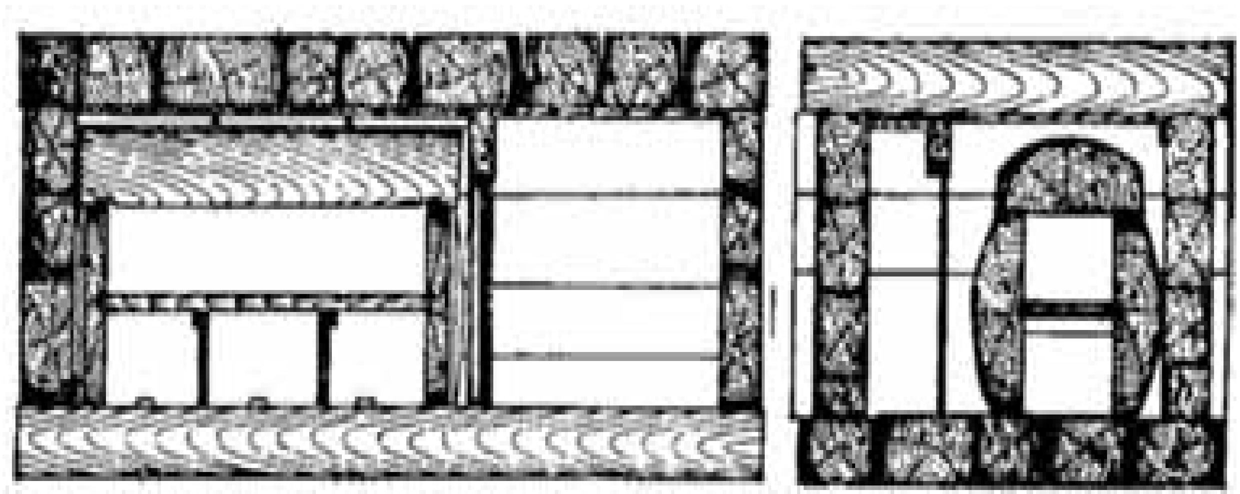
之前已介绍过，中国古代，因为有种信仰，要在病床上往生，灵魂才能前往投生，重新出世做人，所以有习俗，一生了病就要做最坏的打算，让病人躺卧在特制的床上，以免错失死亡的礼仪。所以，如果要强迫做梦以求得神的指示，也要躺卧在床上做梦，就算处理不当而意外死亡，也能合于礼仪死亡，没有遗憾。那么，死亡的遗体如何处理呢?

甲骨文的“葬”字，就作一个人躺卧在棺内的床上之状（）。显然，不但病危时要睡在床上准备接受合于礼仪的死亡时刻，埋葬时也要采取同样的措施。据考古发掘，汉代之前的棺材式样，如图一所示，就作木棺之内有悬空的床架之状。南北朝的时代就把床架下移至木棺外而成为承棺架或石屏的形式。之后又省去床架而呈现今日常见的棺木形式。

人死亡时要睡在床上，埋葬时也要躺卧在棺内的床上。如果有意外发生，没能死在床上，那要如何处理呢？甲骨文的“死”字有两个字形，一作、等形，表现一个人跪坐在已腐朽的白骨之旁，有哀悼的意味。此字形有时加有“朱”（）的声符，或以为是“殊”字，“殊”有不得好死的意义。一作、等形，表现一个死人埋在棺中之形。这两个“死”字的意涵在商代似乎有点分别。前者罕见，属不正常的情况；后者常见，为正常的情况。

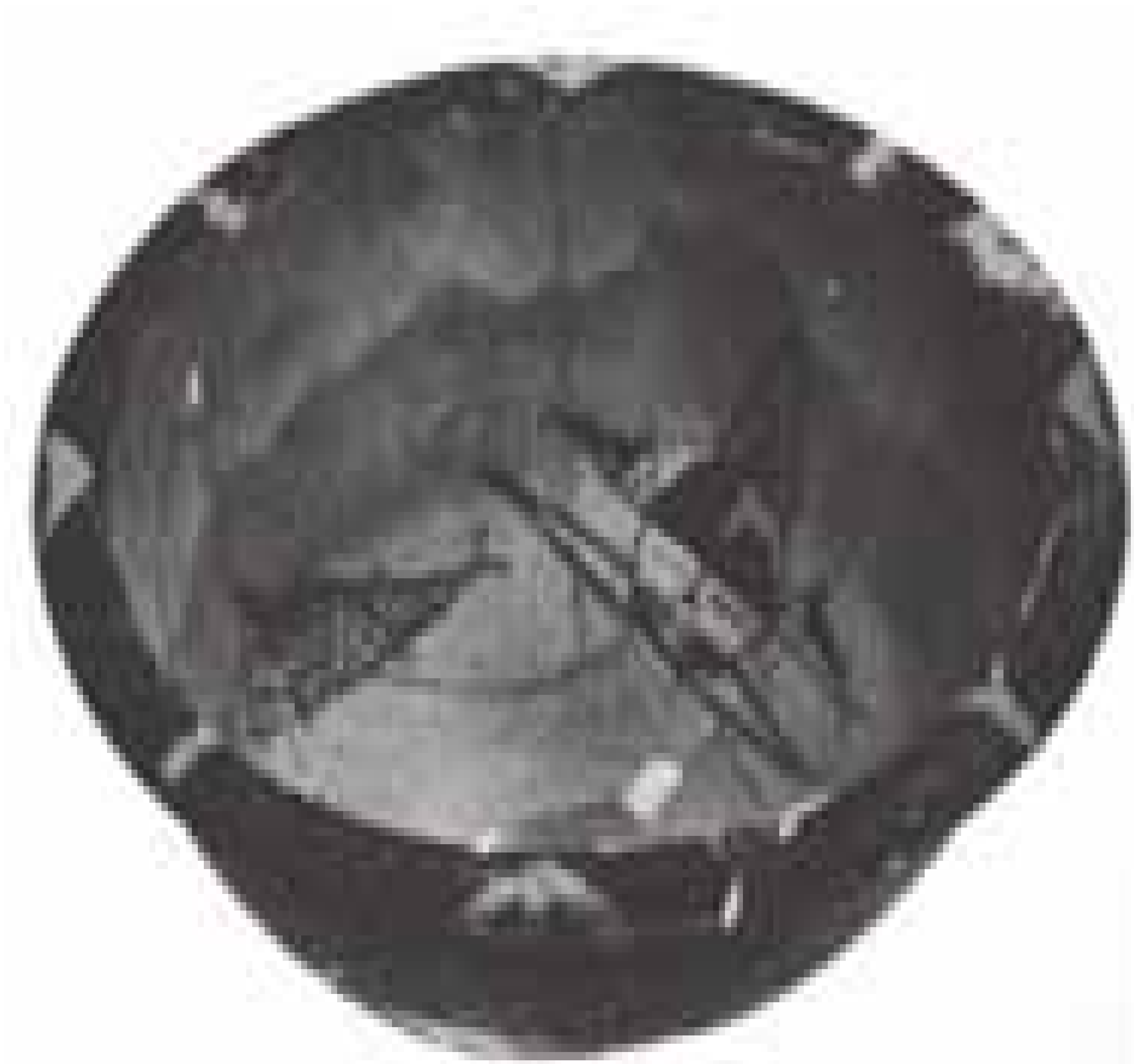
甲骨卜辞有“……王占曰：有祟，其亦有来艰。五日丁卯子某，不”。因为有了外敌来侵犯的灾难，导致某人殊而不死。从字形看，是埋在棺内，是尸体已化成白骨。从卜辞的情境看，是正常的死亡，用棺材埋葬；却是死在外地，可能要等尸体化为白骨之后再加以处理。有卜辞问不就地埋葬而以驿传的方式运回安阳来的例子。

死是人生不可避免的归宿，若能死得正常，合礼仪地加以安葬，就没有什么遗憾了。如果死得不得其所，不是时候，似乎就让亲人有点悔恨的感觉了。《礼记·檀弓上》中，曾子曾经顾虑死时不合睡在床上的礼仪。甲骨文有“吝”字，作一个文形的人在一个坑陷上之状（）。甲骨文的“文”字作一个人的胸上有各种形状的刺纹之状（）。它可能是古代葬仪的一种形式，用刀在尸体胸上刺画花纹，让血流出来，代表放血出魂以便前往投生的观念。它被用于赞美施行过释放魂仪式的高贵死者，如金文铭文常见的前文人、文父、文母、文祖、文妣等。“文”从不使用于形容活人的称呼，后来才引申至有文采的事物，如文才、文章、文学等。很可能“吝”字的创意在于表达某人因某种缘故，不能正常地躺在棺内床上加以安葬，只能以刺纹的尸体埋在坑中的方式加以安葬，故觉得惋惜。



图一

湖北江陵县九店东周墓，木棺内架设床的样子



图二

红衣黑彩人面鱼纹细泥红陶盆口径四十四厘米，高十九点三厘米，半坡类型，六千多年前

注：此盆出土时覆盖在一位女性孩童骨骼上，是种二次葬的现象，是尸体埋于地下若干年后，收捡白骨而安置于一容器，再次埋入土中。这种习俗常见于新石器时代的遗址，不久前台湾还保留此种习俗。或叫洗骨葬，因为骨头可能还附有未腐烂干净的肉，要加以清理才再次埋葬。

〇六六

尸，祖先蹲坐的形象

尸：『夷人坐姿，蹲坐，亦为屈肢葬之姿势。』

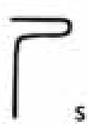
商甲骨文



两周金文

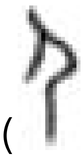
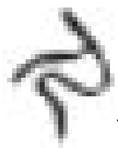


秦小篆



现代楷书

尸

中国古代有一种习惯，以年幼晚辈蹲坐在上位，象征祖先而接受子孙的拜祭。这位象征性的祖先称为尸。《仪礼》有多篇章述及迎尸的事，其原因，注解说：“尸，主也。孝子之祭，不见亲之形象，心无所系，立尸而主意焉。”甲骨文的“尸”字作一个人蹲坐的姿势（），意义是夷族。因为中国古代在室内采跪坐的方式，蹲踞是东方夷人的坐姿。《论语·宪问》有“原壤夷俟”，即原壤以蹲踞的姿势等候孔子。这是不礼貌的行为，所以孔子很不高兴。为什么祖先要以异族的行为去表达呢？这应该与中国人对死亡的定义有关系。

现在我们以没有呼吸或脑死为死亡的定义。但是《汉书·南粤传》中，南粤王说了这么一段话：“老夫身定百邑之地，东西南北数千万里，带甲百万有余，然北面而臣事汉，何也？不敢背先人之故。老夫处粤四十九年，于今抱孙焉。然夙兴夜寐，寝不安席，食不甘味，目不视靡曼之色，耳不听钟鼓之音者，以不得事汉也。今陛下幸哀怜，复故号，通使汉如故，老夫死骨不腐，改号不敢为帝矣！”表明人要等到肉身腐烂成白骨的阶段才算是死。在这个阶段之前，即活着的时候，南粤王不敢再称帝号而与汉朝抗衡。

起码从六千多年前的仰韶文化起，就行所谓的二次葬。那是将尸体埋在土中若干年后，等尸体完全腐化成白骨，然后整理尸骨再埋葬一次，故名之为二次葬。因要把腐肉清除，故也称为洗骨葬。人死后身体很快就僵硬，但等到化成白骨时，就有可能将骨头安排成蹲坐的样子以减少体积，以便放进陶罐中再次埋葬。从上文引用的《南粤传》看，这时候才算真正的死。由于蹲坐也是屈肢葬（二次葬）的姿势，有可能以这样的姿势去代表祖先的神灵。它表示人生道路的真正结束，即死亡的仪式才真正完成，真正成为神灵。否则的话，为什么要以异族的蹲坐去代表祖先的形象呢？

古代于父母死亡时要为之守三年之丧期。孔子以为子女出生后要接受父母三年的拥抱或背负，故要以同样的时间报答父母。观察时下一般抚育子女的经验，大致一岁多就任由孩子们在地面自由行动了，所以这种解释可能不得其实。很可能于举行二次葬之后丧事才算完

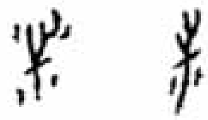
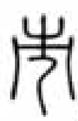
毕，才能视之为祖先而祭拜之。（有父母亲坚持土葬，就是为了继续护佑子女。）

尸体化成白骨的时间，如果暴露于空气，肉体很快就被分解掉，要埋葬在地下才能保持较长的时间。但所需要的时间，依埋葬的方式、棺材的材料以及土地性质的条件，差别非常大。古时在华北，如果有葬具，其时间可能一般为三年。所以屈原的《天问》有：“鸱（chī）龟曳衔，鲧（gǔn）何听焉？顺欲成功，帝何刑焉？永遏在羽山，夫何三年不施？”注解说鲧虽长绝于羽山，何以经过三年而其尸体犹不腐化？明白表达腐化为白骨的时间一般为三年。可以想象，要等到化成白骨的三年后，丧事才算完成。后世不详其由来，才解释为三年不离父母之怀。离父母之怀的时间是有弹性的，但等待尸体化成白骨的时间确有其物理的必然性，因此比较可能是三年之丧的源头。

〇六七

市，市场标识

市：『标明市场所在的标识形。』

字体	字形
商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	 S
现代楷书	市

制造工具以适应生活的便利，在远古的时候本是人人的业余工作。但随着要求工具精良的愿望提高，就有越来越多的人专门从事精选材料，研习制造技术，制造特定的器物以与他人交换所需之物，而为谋生之道。其变化首先是在本族内的分工，因材料取得难易等等因素，慢慢演变为一个部族专门从事某样工作。譬如说有些部族专心种植稻、黍等农产品，有些则专门制造石斧等手工艺品。分工则生产不平衡，为了适应生活的需要，部族与部族之间就得相互交换多余的产品。这种物品交换就是初期的商业行为。

商业的行为使人们接触的领域扩大，器用精良，文明的程度也跟着提高。从旧石器时代就有石器制造场，很可能也就有了商业性的行为。不用说，开始的时候社会分工不细，交换的种类只限于生活需要的，而自己不能制作的少数东西，或附近没有生产的材料及装饰物。石材是远古最有用的材料，故成为古代最常见的交换物资。

初期的交易通常是偶然、不定期的，可能有时候约定一个暂时的地点，在有限的时间内做完交易，就各自回到自己的地方。远古时候没有私人财产，交易原先是部族之间的事。家族之间也可能交换礼物以巩固友谊。一旦演进到有私人财产的时代，当然交易就会推广到个人之间了。同时，商品的制作也越来越专门。

一般说，定居的生活比之游牧更需要从事交易。游牧的活动范围广，比较易于采集到所需要的材料。交易的地点宜在人们经常聚会之处。后世建有村邑时，井为众人取水、洗涤的场所，是大众经常见面聚会的地方，是成立市场的好地点。很多地方的水井处就发展为市场，故有“市井”之词。在未聚集成村邑的时代，人人取水的河滨大概就是交换物品的所在。传说首创市场交易制度的人是神农氏。《周易·系辞下》有“神农氏……日中为市，致天下之民，聚天下之货，交易而退”。

神农氏的时代，如不取传统的公元前二千七百年，而以其时的社会背景估计，应有七八千年以上的历史了。那是农业刚发展不久，生活简单，社会分工尚粗陋的时候。不但交易的数量及种类不多，活动的范围也有限，难于从遥远的地方交换到稀罕的物品，所以难从考古遗物看出交易的痕迹。但是从遗址中发现邻近地域不出产的某些石材或海产贝壳，就可确定那是交换得来的。

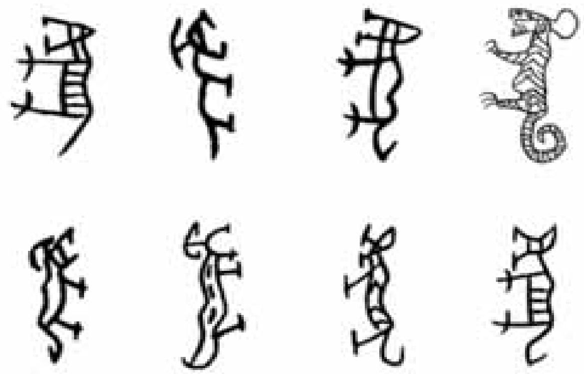
东周时代的市场已与居住区域分开，有专人管理，宣示开市与收市的时间，不到指定的市场进行交易就要受到处罚。《周礼·司市》有“凡市入，则胥执鞭度守门，……上旌于思次以令市”。注释说：“上旌者，以为众望也，见旌则知当市也。思次，若今市亭也。”要高高升起某种标识让远方的人知道已开市，甲骨文的“市”字大概就是标明市场所在的一种标识（），高杆两旁的小点大致是后来添加的无意义装饰符号。开市有一定的时间，传说神农氏时代以日中为市，这时大家都已工作回来而吃完早饭了，有闲暇可以购物。甲骨卜辞的时间副词“市日”，大概就是中午前后的时间吧。

〇六八

虎，幼儿保护神

虎：『整只老虎的形状。』

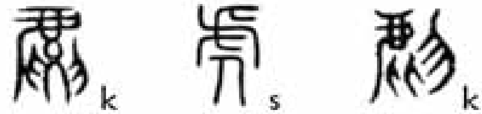
商甲骨文



两周金文



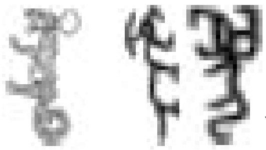
秦小篆



现代楷书

虎

虎属猫科，不计尾巴，身长可达二米，重二百公斤以上。虎凶猛，有强壮的身躯、锐利的爪牙、敏捷的动作，是亚洲野兽之王。虎很能适应环境，分布地区广大，是中国古代常见的动物。虎的生活环境杂草丛生，潮湿而软，逐渐被人们开发为田地而失去生活的天地，所以也几乎在中国境内绝迹。在野生的动物中，虎可算是人们最熟悉而常见于装饰的题材。

甲骨文的“虎”字，是一只躯体修长，张口咆哮，两耳竖起的动物象形（）。捕猎老虎具危险性，如果不靠陷阱、毒药，古时候想要用武器猎获它是很不容易的。所以对古代的猎人来说，虎是可以夸示勇力的猎物。商王捕到老虎的地域虽有多处，但在大量的猎获物中，只能捉到一二只而已。譬如在一次大规模的狩猎中，捕得鹿四十、狐一百六十四、麑（ní）一百五十九等，但老虎才一只（《合集》10198）。比起皮坚甲厚的犀牛动辄十只以上，即可见老虎难于捕获的程度。

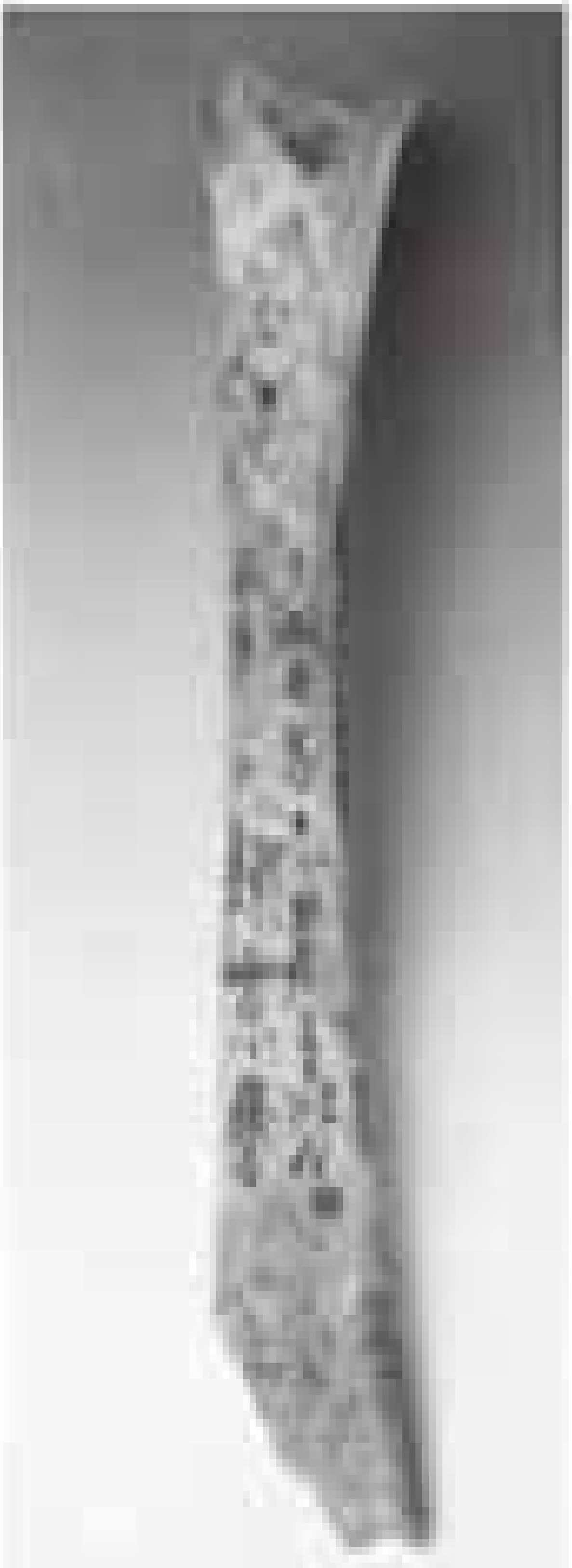
由于老虎不易捕捉，最后的商王纣在鸡麓捕获一只大烈虎，就特地取下其前膊骨，正面还雕刻很繁缛的花纹，两面的花纹和铭辞都用贵重的绿松石嵌镶（图一）。显然在炫耀其打猎的成果，作为赏玩展示之用。战利品的装饰在古代也有表示地位的作用，因为只有拥有徒众的贵族才有办法捕猎到大型的野兽。

老虎对人们的生命和家畜都构成威胁。中国人不但对之没有恶感，甚至还相当崇敬。古代铜器上常见的饕餮纹，有大半是取材自凶猛的老虎。虎大概被视为有毛动物中最具神威者，有避邪的魔力，因此与鳞虫之龙、羽鸟之凤、介甲之龟蛇等神灵动物合称四灵，分别代表四个方向及季节。后来更与五行说配合而有东青龙、南朱雀、西白虎、北玄武之称。其实，虎的毛色最常见的是黄色，五行论者把虎的毛色说成白的，不知是偶然的配合，还是有意的安排。虎的平均寿命才十一岁，就附会说虎五百岁毛色变白，在王者不暴虐，恩及行苇时才出现。

老虎被中国人视为农业的保护神。在农作物漫长的生长过程中，破坏大约来自两方面。一是田苗受野兽的践踏及啮食，故古时有于孟

夏驱野兽以保护田苗的积极措施。虎以鹿、田鼠等弱小野生动物为食，间接帮助农业的生产，故农民欢迎它。农业的另一破坏因素是供水不足。在水利不发达的古代，农作物的收成常取决于适时的降雨与否。水量不足的时候常多于降水过多。旱魃（bá）是传说降下旱灾的祸首，《风俗通》说虎能噬食鬼魃，这不也是帮了人们一个大忙吗?

古人认为威力越大者，其魔力也越高；还认为与某样东西有了关系，就会感染其魔力。后世的人对于这种原始的信仰虽已淡薄，但多少还有些遗留。故武士喜以虎头或虎皮来装饰戎服，希望借其魔力降伏敌人，至少也可避邪。民众大概觉得凶猛的老虎有足够的力量保护幼儿不受到妖邪之气的侵害，或是希望男儿长得勇猛如虎，就把男孩的帽子缝制成老虎的样子，所以老虎也就成为幼儿的保护神。甚至成年人也购买老虎造型的枕头，希望避邪。




图一

〇六九

戏，斗虎表演

戏：『以兵戈戏弄老虎的娱乐性节目。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆



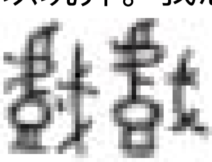
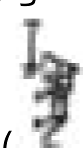
现代楷书

戏

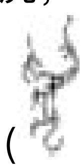
对一个国家来说，在古代没有比祀（祭祀）与戎（军事）更为重要的事。古人于生产劳动之外，参与祭祀与军事的活动是生活上的重要行事。祭祀时以乐奏与歌舞助兴。军事则要加强体能的各种训练，很多娱乐的项目就是由相关的活动演变而成。

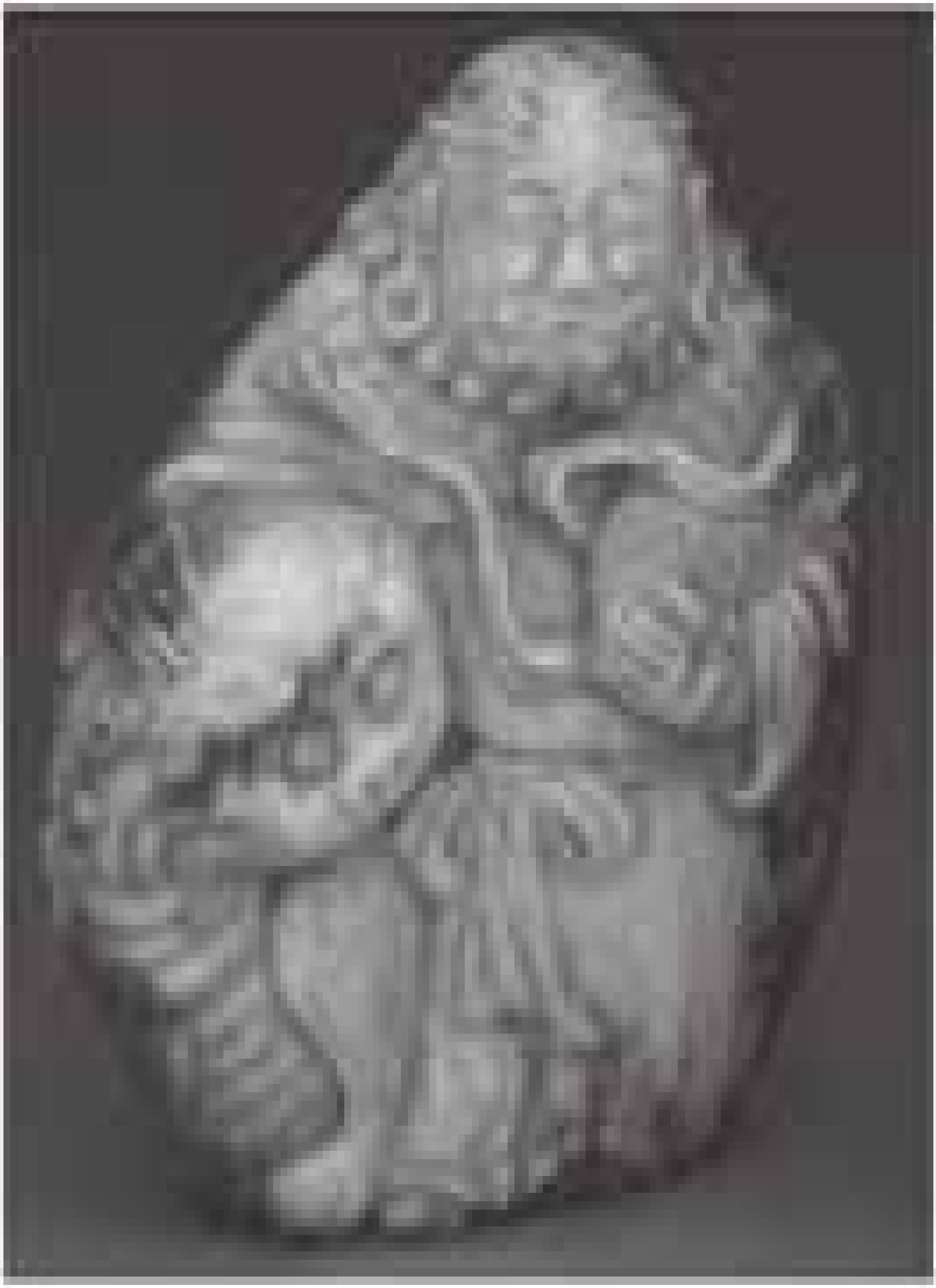
狩猎本是渔猎时代的工作，那些跳跃、奔跑、射击的动作，都是谋取食物所必需的，所掺杂的娱乐情绪或心理是极少的。但是后来，尽管其动作激烈，常弄得身体疲惫，不过其根本目的，却是满足心理情绪，不是谋求生活，故欢愉非常而成奢侈的体能娱乐。

老虎是种对人类生命具有威胁而难于捕捉的大型动物。如果有人想夸示其胆力及勇气，在上古恐怕没有比跟老虎搏斗更刺激的场面了。所以扮演搏斗老虎的故事剧，甚至与老虎真的搏斗，就成了古代一种很有号召力的娱乐节目。汉代张衡的《西京赋》：“东海黄公，赤刀粤祝。冀厌白虎，卒不能救。”说的是东海黄公年轻的时候以表演徒手搏斗老虎为职业，到了年老的时候不知自己身体已经衰弱，有一次带了刀子上山，要去捕捉老虎，反而被老虎吃掉了。人们也因之编成有科白、化装、舞蹈的逗笑戏剧。

“戏”字的意义好像和军事有关。西周中期的《师厘簋》有任命某人为辅戏的官职，赏赐甚丰。《说文解字》解释“戏”为形声字，说是军队所驻在的一面。至于何以“戏”有戏谑的意义，段玉裁注解，因为兵杖可以玩弄。我想这个说法很牵强。金文的“戏”字由老虎、戈及凳子组成（），凳子的部分不成字，故“戏”比较可能是表意字而非形声字，想是表达一个人持戈表演刺杀高踞的老虎的游戏之意。“戏”有戏耍的意思，故比较可能是种游戏，不是真的刺杀老虎。若以武器猎杀老虎，就带有相当大的危险性。甲骨文的“虣”（bào）字，由一戈与一虎合成，意义是不设陷阱而以戈搏杀老虎，是种鲁莽粗暴的行为（）。此字后来被代以“暴”字，《诗经·小雅·小旻》有“不敢暴虎，不敢冯河”之句，意思是不敢贸然与老虎搏斗，不敢不带漂浮物而渡河。

古代的人称皇帝为陛下，因为皇帝高高坐在厅上，臣属则在台阶之下听命。戏下是军队驻扎所在的某个重要设施。《史记》的《项羽本纪》与《高祖本纪》有“诸侯罢戏下，各就国”和“兵罢戏下，诸侯各就国”。《汉书·窦田灌韩传》则说：“独两人及从奴十余骑驰入吴军，至戏下，所杀伤数十人。”颜师古注：“戏，军之旌旗也。”或，“戏，大将之旗也。”看起来，军营之中有个司令台，是发号施令的地方，建有指挥的大旗，听令的兵将都在台下，所以才有“戏下”的用语。演戏与下军令的共同特点是在台上施行。《师厘簋》的辅戏官职，是（在台上）下达命令的师长的副手。

商人认为捕猎老虎是勇武、值得夸耀的事。它可能原来是扮演某勇士的壮举，后来渐成一种固定形式的表演。商代不但有械斗老虎，还有比之更惊险的徒手搏斗老虎的节目。甲骨文的“虢”（guó）字（），作两手扭斗老虎的情状。这无疑是更刺激、更能吸引观众，表现英雄威风的节目。也许虢地在商代是以此节目见长的地方。



图一

绣球戏狮的头陀象牙圆雕

高八厘米，宽六点九厘米，明代，约公元十六世纪



图二

〇七〇

美，高耸羽毛头饰

美：『大人头上的美丽头饰。』

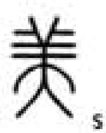
商甲骨文



两周金文

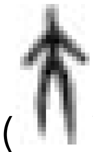
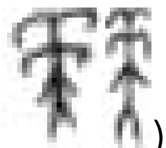


秦小篆



现代楷书

美

美是个抽象的概念，见仁见智，没有一定的标准。同一件事，一种形貌，在某个社会被认为是好事，是美；在另一个社会，可能被认为是蠢事，是丑。爱美是头脑思考的表现，表示有空闲可以谋求寻找食物之外的精神活动，是进入一个新时代的进步表现。甲骨文的“美”字，作一人（）的头上装饰着高耸弯曲的羽毛或类似的头饰状（）。显然那是被认作美丽的形象，所以才拿来创造美丽、美好等意义。

自旧石器时代晚期以来，人们就晓得借用东西来装扮自己，时代越晚，花样也越多。在穿用衣服之前，人们就晓得装饰自己的身体。最简易的方法大概是把东西穿连起来，绕着颈项悬挂在胸前。中国山顶洞约一万八千年前遗址，发现一百三十多件穿孔饰物，显然就是挂在胸前使用的。在习惯穿衣服之后，可能不便再在颈项悬挂颈饰，中国就渐渐发展在腰带上悬挂成组玉佩，用以表现贵族的不从事生产的高人一等的身份。

不断生长的人类的繁密头发，对没有良好裁剪工具的远古人来说是种累赘。让头发无限制地生长，就会妨害工作的进行，就要想办法改善。因此当人们要追逐奔跑，捕捉野兽时，就会有紧束或剪短头发使不妨碍工作的需要。一旦社会有了阶级的差异，自然对于最容易被看到的头发加以利用。

要把头发盘到头上才能装饰东西。盘发就要利用箍或笄贯穿，才能紧密地固定发型并插上装饰物。或以为中国自燧人氏起就有髻发。因木、竹制作的笄难于保存地下，所以这个传说难证实。若求之不腐败的材料，约八千年前裴李岗文化遗址就发现了很多骨笄。那时阶级尚未形成，因此骨笄的使用除方便工作或爱美的追求外，不太会有社会地位的象征作用。

五六千年前的红山文化遗址，常在人的头部发现马蹄形的玉管箍（如图二），下端平齐，两侧有小孔，可能是穿绳子套在头顶上，把头发竖立起来穿过管箍的束发器。这时代已有阶级之分，把头发竖立

起来不但美丽，也很显目，就有显示个人崇高地位的可能。不少初民的社会，作为领导阶级的人有插骨骼、羽毛等物以炫耀受其统治的身份。从中国云南沧源少数民族的崖画（如图三）中，发现成员的头饰与甲骨文“美”字的形状一模一样。身子越大，其头上的羽毛装饰也越丰盛。绝大多数身子小的人，就没有任何头饰。显然头饰在古代是种很重要的社会地位表征。北美的印第安人，其酋长的羽毛头饰也比其他的成员丰盛。

竞争是自然界成员为求生存所不能不采取的手段。小规模的冲突不必有人指挥战斗。但是有成千上万的人参与的战争，就需要有人做全盘性的统筹指挥，才能获得最佳的效果。指挥者如希望他的指示能及时被部下知晓，就有必要让部下容易见到他所下号令和指示的措施。而同族人的身材大都相差不多，如果没有特别显眼的标志，就很难在人群中被辨识。指挥者只有站在较高的地点，穿着特殊的服饰，其举动才易被人注意到。所以在古代，头饰是获得领袖地位的重要象征。不但在族群中，外族人也很容易识别此人与其他成员不同的特殊地位。



图一

青铜舞戈

高二十一点九厘米，宽六点五厘米，战国，公元前四〇三年至公元前二二一年



图二

马蹄形淡绿玉器

高十八点六厘米，红山类型，约五千五百多年前



图三

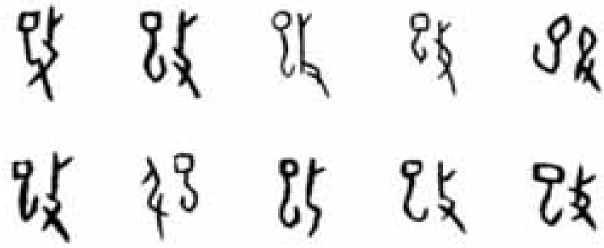
中国云南沧源少数民族崖画

○七一

改，驱邪改运

改：『表现对畸形儿或死胎切割扑打以驱邪的风俗。改攺分别文。』

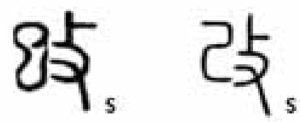
商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

改

弃：『双手捧箕丢弃新出生之婴孩，或加双手持绳索示绞杀之动作。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



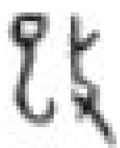
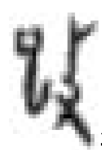
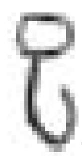
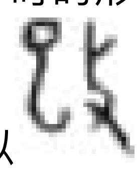
现代楷书

弃

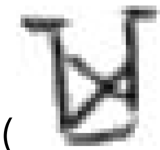
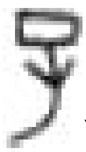
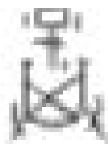
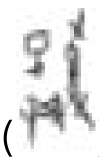
在生物界，繁殖是最紧要的事。如果体力比不过其他的物种，除了善于逃遁，能够大量繁殖也是维持种族不灭绝的另一种方式。所以，体能越是衰弱者，越需要有旺盛的繁殖力，才能维持种族的存活。人类不能例外，所以《孟子·离娄》有“不孝有三，无后为大”的话语，充分表现没有子孙在人类的社会中也是种很严重的缺憾。

繁殖不但讲求量多，还需要产下体格健康、精神聪慧的后代，能与其他的物种甚至同族的人竞争而出人头地，才算有意义。因此产出健康的孩童无疑是父母亲的最大愿望。

古代的人口稀少，地域隔绝，常常做近亲之间的交配，以致常有畸形的婴儿产出。中国好多地方，如贵州、湖南、台湾等地，都有类似的创生神话。他们的祖先屡屡生下畸形的婴儿，因此向天神祈祷，希望赐给健全的后代。于是神告诉人们的祖先，要把生下不成形的死胎切成数块，埋在人们常走动的地下，这样就会产下健康完整的婴孩。人们依照神的指示做了之后，终于产下健康的婴儿，这些民族才得以繁殖壮大。台湾在几十年前，如果产下的婴儿是畸形的或死亡时，往往有用火烧炙死胎，或切割成多块而埋在人人行走的道路下的虐待行为。解释为这类异常的生产是邪气进入母体所造成，所以要切割之、烧炙之以驱逐邪气。邪气走后，下一胎就可以顺利产下正常的婴儿。我想，上述的创生神话才是这类习俗的源头。

甲骨文有个字作、等形。是胎儿还未产下时的形象。“包”字原先的意义是胞胎，表现胎儿在人体内之形状。所以表现一手拿着棍棒扑打胎儿之状。胎儿会被扑打，一定是已经出了体内，所以是个死胎。此字后来演变成两个字——“攺”（sì）与“改”，意义分别是“大刚卯以逐鬼魅也”和“更也”。可以了解此字表现扑打、切割死胎以驱逐隐藏其中之鬼魅邪气，希望导致改变死胎，使

下一胎成为正常的婴儿。通过甲骨文可以了解至少三千年前已有这种习俗。

能有后代延续虽是人人希望的可庆贺的事，但有时因种种原因，如多胞胎是因奶汁不够喂饱多个婴儿，非婚生子则是使家族名誉受损，或因某种宗教信仰，不但女婴，有时连男婴也被抛弃或绞死。甲骨文的“弃”字作两手拿着簸箕（）抛弃尚带有血水的新生婴儿（）之状（）。有时更包括两手持一段绳索（），明白表现对婴儿加以绞杀的动作。从此字形知所抛弃的不全是死婴。人们既然以此习俗来表达废弃的概念，就不会是太偶然的现象。可能古代婴儿的夭折率高，故抛弃事件多。

汉代王莽禁止人民佩带刚卯，因为汉朝皇帝姓刘，刚卯暗含刘氏刚强的意义。据颜师古引服虔注，刚卯用玉、金或桃木在正月卯日制作，长三寸，广一寸，四方，上头刻避疫疠的铭文，穿系丝革用以佩带。图一这件灰黑色晕斑的青玉器作十二面的棱柱形，下部中心有穿孔可以穿绳佩带。铭文：“行气，深则蓄，蓄则伸，伸则下，下则定，定则固，固则萌，萌则长，长则退，退则天。天几舂在上，地几舂在下。顺则生，逆则死。”是有关行气健身的纲要，功能与刚卯相似，可能发展自同一习俗。



图一

行气铭玉刚卯

高五点二厘米，径三点四厘米，战国，公元前四七五年至公元前二二一年

〇七二

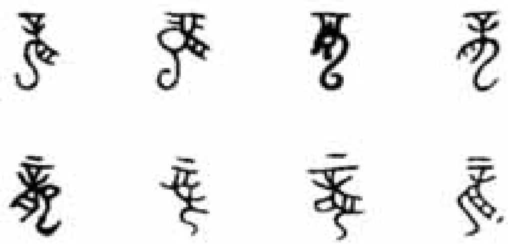
龙，降雨灵兽

龙：『头部有特殊形象的爬行动物形。』

商甲骨文



两周金文



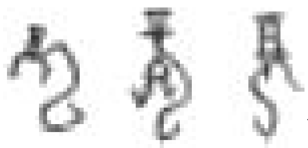
秦小篆



现代楷书

龙

龙很受中国人尊崇，盛见于各种传说与美术题材中。形象虽有些凶恶，却被选作吉祥及高贵的象征。不像中世纪的西欧把龙描写成喷吐火焰的凶恶动物。

河南濮阳一座六千多年前的墓葬中，发现在尸体东西两旁用蚌壳排列龙与虎的图案，肯定寓有宗教的信仰。其形象写实，颜面窄长，头无角，长身，短腿，尾巴粗长。发展至商代，“龙”字已是个头上有角冠，上颔长而上翘，下颔短而下曲，身子卷曲，尾巴与头方向相反的动物形象（）。中国文字为了适合窄长的竹简，常将动物的身子转向，四足悬空，使“龙”字像是个可直立而飞翔的动物。其实它应横着看，描写短足的爬虫动物形。

现在的“龙”[1]字是字形的讹误，把身子与头部分开了。商代的甲骨刻辞证实上举的字形确是现今的“龙”字。卜辞有“其作龙于凡田，有雨？”（《合集》29990），卜问是否建造土龙以祈雨的仪式。西汉的董仲舒于《春秋繁露》中，详载建造土龙以祈雨时，如何依五行学说的原则，在不同的季节，建造不同数量、不同大小的土龙，面对不同的方向，以不同的颜色，并以不同的人数去舞蹈。向龙祈雨的传统延续到近代，水是农作物收成好坏的关键，中国是农业的社会，所以龙受到特别的尊敬。不过，商代对于龙降雨的信念还刚萌芽，所以商代很少向龙祈雨。那时最常见的方式是向神供奉乐舞及焚烧巫师。

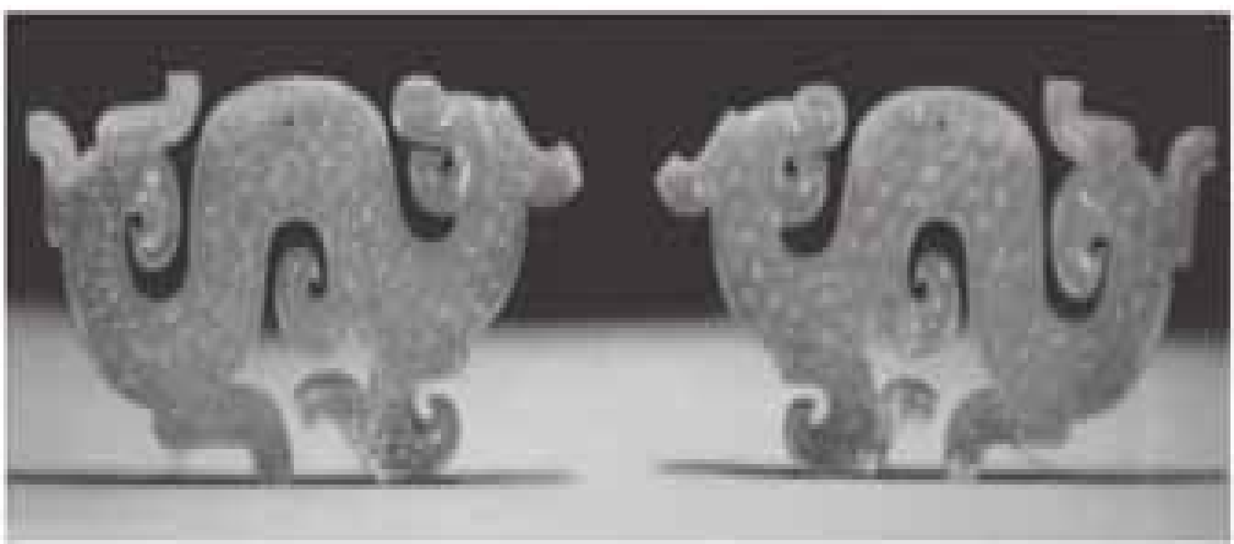
龙的早期形象较为写实，后来为了夸张其神奇，就选择九种不同动物的特征加以修饰：角似鹿，头似驼，眼似兔，项似蛇，腹似蜃，鳞似鱼，爪似鹰，掌似虎，耳似牛。当然就不可能在现实的世界找到它的形象了。

龙是古代的图腾。图腾大多取自然界中实有其物的东西。西周早期的《周易》，把龙描写成能潜藏于深渊，飞跃于天空，争斗于地面，流出的血是玄黄的颜色。从古文物所遗留下来的图形，可以推测龙原是种两栖类爬虫动物的总称，能生息于陆地及水中，有些还能跳跃甚高，像是能飞翔的样子。龙因为罕见，形象才慢慢起变化，后又被神化，才脱离了实际，成为虚构的动物。

爬虫种类多，习性各有不同。也许人们把不同形状及种属的爬虫化石都当作龙看待，导致产生龙能变化形状的传说。唐代《感应经》描写："按山阜冈岫，能兴云雨者，皆有龙骨。或深或浅，多在土中。齿角尾足，宛然皆具。大者数十丈，或盈十围。小者才一二尺，或三四寸，体皆具焉。尝因采取见之。"一到自然历史博物馆参观，就会了解所称的或大或小的龙，其实就是各种脊椎动物的化石。古人见化石大小悬殊，故而有龙能变化的见解。

至于认为龙有致雨的魔力，可能和栖息于长江两岸的扬子鳄的生活习性有关。濮阳的龙是无角的，龙的特征，脸部粗糙不平，嘴巴扁长，且有利齿。在中国地区，除鳄鱼外，这是他种动物所无的特征，可能就是龙形象取材的根源。扬子鳄每每在雷雨之前出现，有秋天隐匿，春天复醒的冬眠习惯。古人常见扬子鳄与雷雨同时出现，雨下自空中，因此想象它能飞翔，是威力无边的神物。

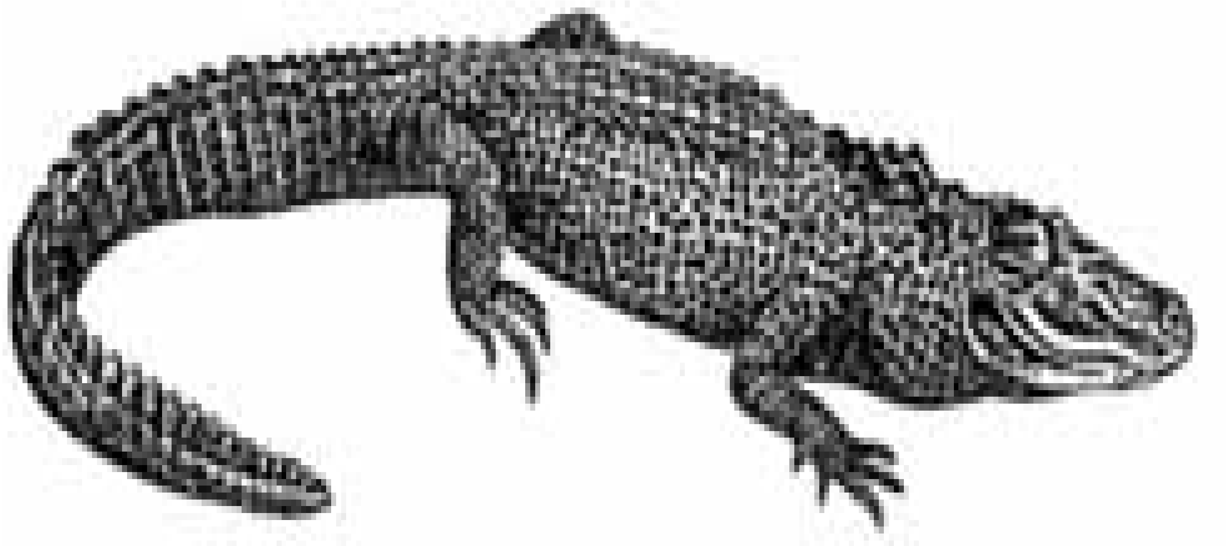
（写完此文，发现于〇二九一节已介绍。）



图一

青绿玉勾连云纹龙形玉佩一对

长十一点四厘米，战国晚期，约公元前四七五年至公元前二二一年



图二

扬子鳄

注释

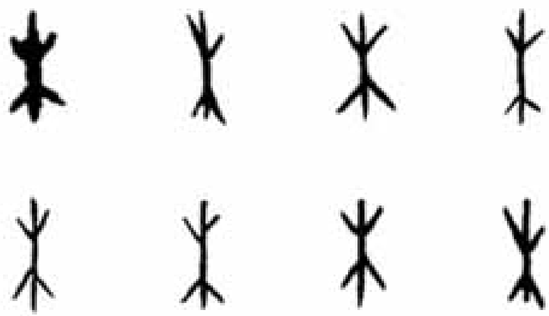
[1]“龙”的繁体字为“龍”。——编者注

〇七三

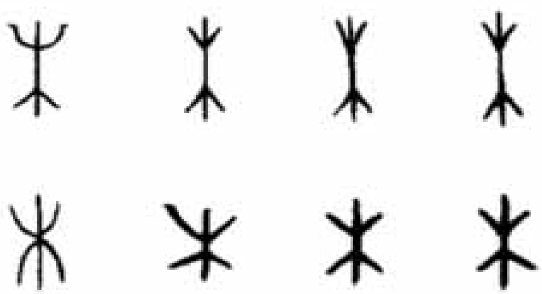
木，木材的利用

木：「象一株树形。」

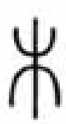
商甲骨文



两周金文



秦小篆



s

现代楷书

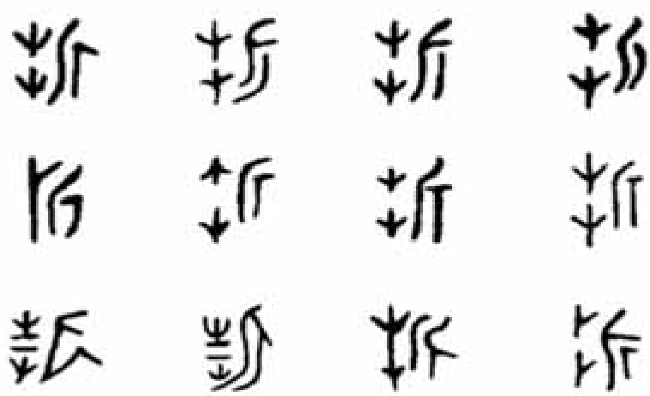
木

折：『以斧头横截树木成为二段之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

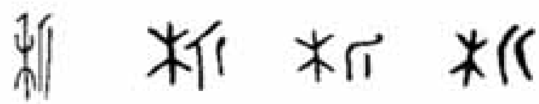
折

析：『以斧头直截树干分析成板之意。』

商甲骨文



两周金文

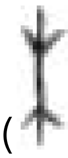


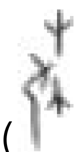
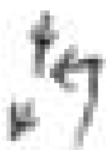
秦小篆



现代楷书

析

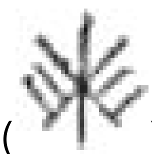
甲骨文的“木”字，作一株有根、干及枝丫的树形（）。对远古的人来说，除了摘取其果子或叶子之外，没有太大的利用价值。到了新石器时代，就开始有了新的用途。人类制作石器，最先都是拿在手里使用的。石块表面粗糙不平且有棱角，打击时的反弹力容易使手掌受伤。如果绑在一根木棍上使用，不但可以增加挥动的砍击力量，也减少反弹受伤的缺点，大大增加使用的价值。甲骨文的“斤”字，就作一把捆缚在木柄上的石或青铜伐木工具形状（）。

利用树木的枝丫做工具的握柄之后，接着就利用树干制造器物。独木舟是居住于河畔水涯者所需，可以利用火与斧头简单地制作。如要做更进一步的应用，就要想办法把木干截断成一定的长度、宽度与厚度。在甲骨文中，“折”字表现用斧头把树木砍断成二截之状（）。这种操作方式可以截取合适的长度与宽度。“析”字则表现以斧头将树干做纵向的切割（）。这个方法可以切出不同厚薄的木板。有了这两种技术，大部分的箱、柜、几、床等器物都可以做得了。

浙江余姚河姆渡六千三百年前的遗址，发现了木器的残件，不但已裁制成薄板，且进步到带有榫卯以及企口板（见图二）。榫是木板一端作凸出状，卯是挖出方、圆等不同形式的孔洞以套接另一构件——凸出的榫头，使两块材料连接成有规律而牢固的形状。在新石器时代，这是非常进步的木材连接方式。其他的遗址发现的，一般是用绳索把两段木头捆绑起来，使表面不平，有碍观瞻。企口板则是在木

板两侧凿出企口来，以容纳另一块有梯形截面的木板，紧密衔接后成不见隙缝的平面，技术更是高超。

树的种类多而性质多样。虽然各种性质的木料都可以被利用来制造适当的器物，但一般来说，坚硬的木料比较耐用而美观。坚硬的木料需要锐利的工具，商代的青铜工具还不易加工木料，要等到普遍使用铁器的东周时代，才能迅速大量制作，便于做商品性的推广，举凡食具、家具、武器、乐器、墓葬、日常用具，应有尽有。

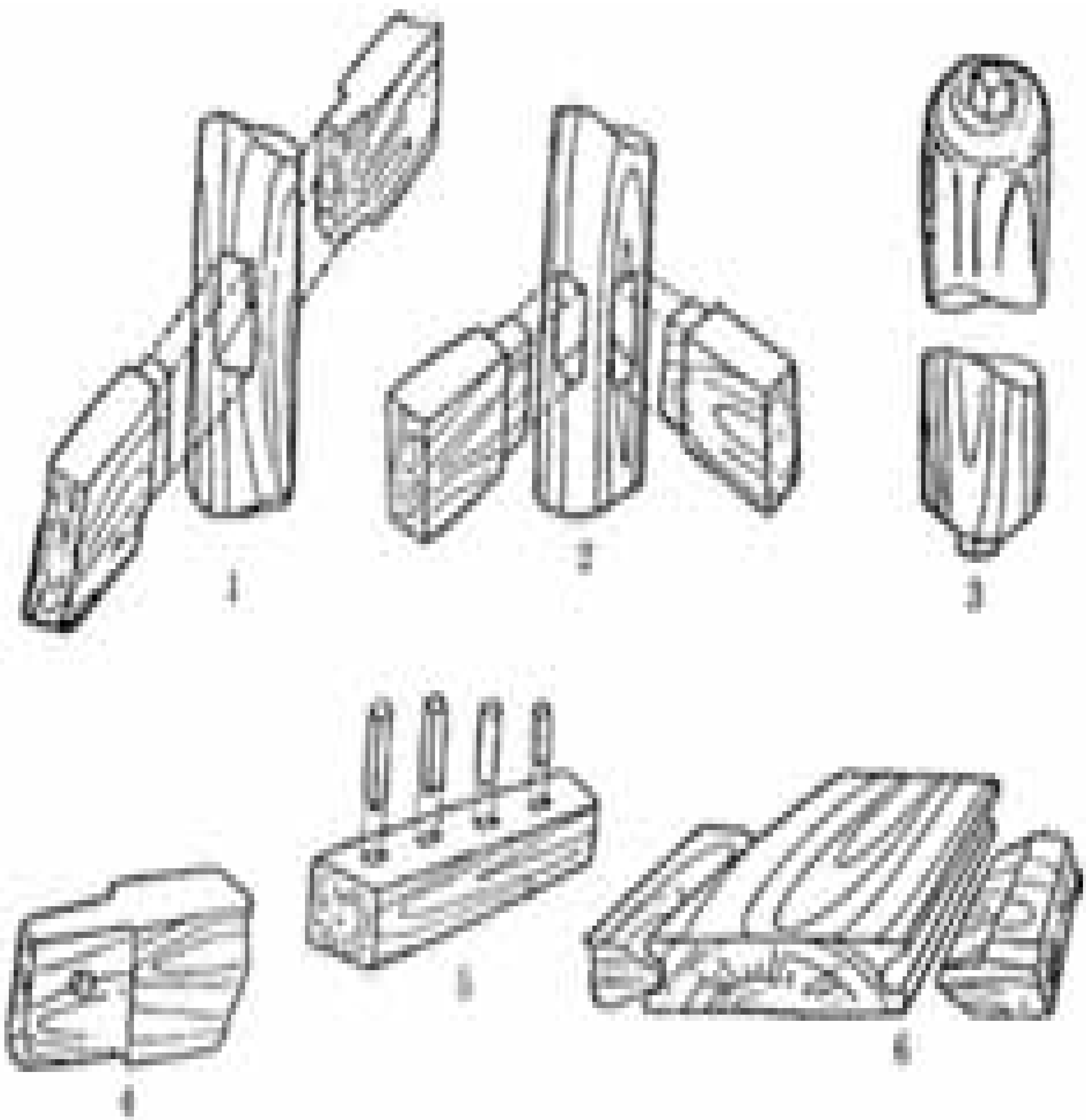
同时，木材大半朴素无花纹，或纹理不显目，上了漆之后，才显得出其令人喜爱的色彩和光泽。中国利用生漆应有五千年以上的历史。浙江余姚河姆渡和江苏常州圩墩的五千五百年前遗址，都出土了涂有保护料的木器。经红外光谱分析，证实是生漆彩绘。甲骨文虽不见“桼”（漆）字，从东周时代的字形可看出其创意是一株树的外皮被割破而汁液流出之状（）。

漆液取自漆科木本植物的树干，主要成分是漆醇，经过脱水加工提炼成深色黏稠状的液体。漆层的溶剂蒸发后成为薄膜。空气越潮湿越容易凝固，凝固后具有高度抗热和抗酸的效果。打磨后更能映照光线。漆干燥后呈黑色，如果加入丹朱则呈红色。调和其他矿物或植物的染料和油，更能调出各种浓淡的色彩。早期的漆常见涂于陶器、石器、皮革、青铜器等不太需要保护的器物。想见古人利用漆，最初是借重其光泽，后来才发现有增加木器耐用性的性能。



图一

新石器时代的木柄石斤



图二

河姆渡遗址出土的具有榫卯的木构件

〇七四

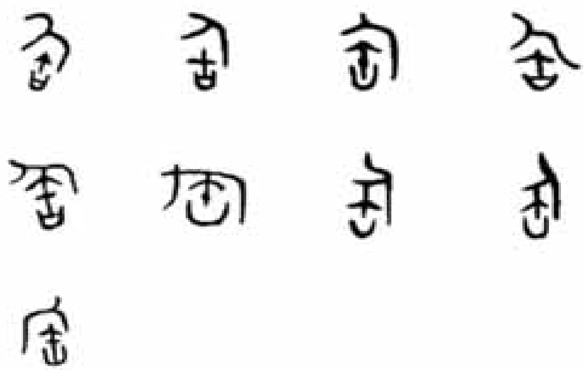
陶，盛水的大用

匋：『一人蹲坐而以陶拍制作陶器之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

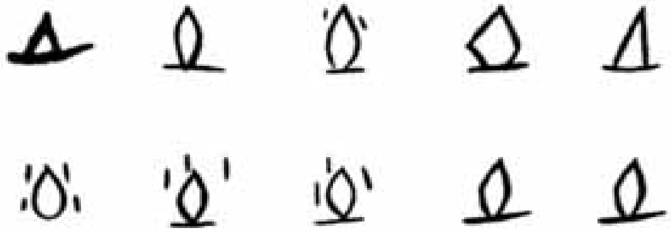


现代楷书

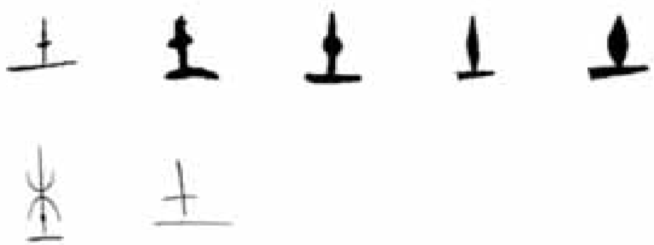
匋

土：『作一块可塑造的黏土形。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

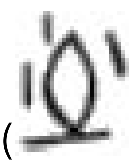
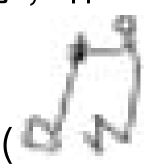
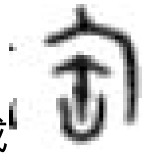
土 s

现代楷书

土

泥土经火高温烧结而硬化的东西叫陶。泥土遍地都是，且能脏污他物，但一经过火的洗礼，却巧妙地变成可以盛食物、装饰空间，令人喜爱的东西。人类虽然在几十万年前就能控制火，但是根据目前的资料，中国人最早知道烧造陶器。江西万年仙人洞的陶片，碳-14法年代测定距今一万六千四百四十加减一百九十年，校正后的年代为公元前一万八千零五十至一万七千二百五十年。所以有一万五千年以上的烧造历史应不成问题。

陶器初以盛水为目的，后来才推广到煮食、盛食、储藏、装饰、展示等其他广泛的用途。陶器的储水功能使人们不必太靠近河流居住，扩大活动的范围，增加觅得食物的机会，并过定居的生活。人们发现低洼的地点有泉水涌出，可以提供生活必需的水，终于能在广阔的大地建立村落与都市，使人类文明进一步提高。故有人以陶器的使用，标示告别旧石器时代而进入新石器时代。

烧造陶器的必要材料是黏土。甲骨文的“土”字作一土堆状（），土堆常作上下尖小而中腰肥大，有的还加上几点水滴。松散的土堆一定是呈上小下大的锥形。只有黏土才能作中腰粗大的形状，故知“土”字的创意取材于黏土，有黏性的土才能捏塑陶器。“土”字的黏土创意是基于其可捏塑而烧结成器具的价值。商代的“陶”字，作一个蹲踞的人，手拿着陶拍一类的工具，在黏土上造型的样子（），金文演变成，就容易辨识是“匋”（陶）字了。

虽然泥土皆可烧造陶器，但质量好坏大有差别。半坡、河姆渡等新石器时代以来的人们，就有意识地精选材料，用淘洗的方法除去泥中的沙粒、草根、石灰等杂质。万年仙人洞遗址的陶器已有含沙的，陶器发明后不久，人们就以之烹煮食物，领会掺杂细沙于泥中以帮助陶器传热，防止因骤热骤冷导致收缩过快而破裂的缺点。陶器最先是在露天烧制。因烧成的温度低，陶器常烧结不完全，质地松而脆。约

八千年前的新郑裴李岗遗址，就有横穴式的陶窑。但火焰要经过一段上升的火道才接触陶坯，使热量在传导中散失。后来改良成竖直式的陶窑，火焰可直接透过火眼接触陶坯，提高烧成的质量。商代早期的红陶已提高到一千摄氏度。稍后改良成有烟道的圆形窑，烧结温度更提高到可以熔化铁的一千五百多摄氏度。这种高温的陶窑为金属业的发展提供了有利的条件。

商代以前的陶器呈色有红、灰、黑三种。红陶是氧化焰烧成的，灰陶是还原焰烧成的。黑陶则是于烧焙的后期，用烟熏法进行渗碳的结果。一般说，时代越晚，陶窑的构筑越进步，红陶的烧造就越少，商代灰陶已占陶器生产总量的百分之九十了。

商代还烧造硬陶，其中有少数又涂上石灰釉，或草灰掉落在陶胎上烧成薄层的釉，使粗糙的表面润滑并有光泽。商代硬陶的质量已提高到含氧化亚铁少于百分之三，薄层的釉彩加上高温，使胎骨呈较深的灰白色，含有一定量的玻璃质，胎骨比较坚实，吸水率很低，叩之声音悦耳，成为汉代青釉硬陶及青瓷的雏形。只要陶土淘洗更精细，并提高烧结的温度，就可以达到瓷的标准了。中国在陶艺上的造诣，为之博来瓷器国的称号。



图一

两面刻纹木制陶拍

面长六至七厘米，宽五至六厘米，厚一至二厘米，把长约十三厘米，商代中期到晚期，公元前十五世纪至公元前十一世纪

○七五

金，金属的利用

金：『已组合之立体多片泥模范及溅出之金属液。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆



现代楷书

金

铸：『双手倾倒坩埚进行熔铸之意。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



s

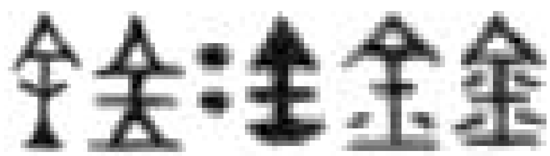
现代楷书

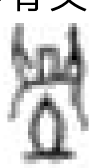
铸

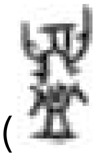
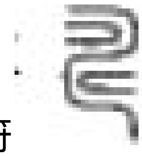
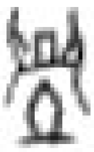
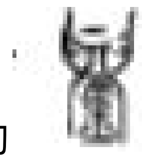
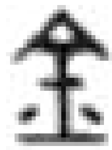
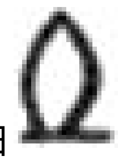
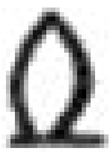
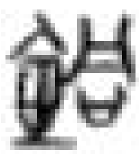
人类制造工具的材料，约经过三个发展的阶段，由石而青铜而铁。在提高生产力，改变社会面貌的程度上，金属使用对社会的影响是石器所不能望其项背的，奠基了今日的辉煌文明。当人们对石器制作的要求越来越高时，自然会有意寻求优良的石材。自然界存在着金、银、铜等金属状态的矿物，这些材料与一般的石块有非常不同的性质，带有光泽，可以捶打成薄片，拉成长条，耐用而且不易断折，还可以黏合及改造，因此留意找寻而发现冶金术似乎是理所当然的。

发现冶金术的契机一定是火使矿石所起的变化。起码要八百摄氏度以上的高热才能把同时含有铜、锡、铅的矿石熔解成青铜。产生这样的高热并不是在正常的情况下能办得到的。好几种假说都没有合理地解释高温与矿石接触的契机。从实际理论看，要利用能产生高温的陶窑才能熔解铜矿。关键就在于，何以古代的人们会想到使用陶窑来烧烤成堆的石块？也许发明冶金术的契机是个永远不能被解答的谜。

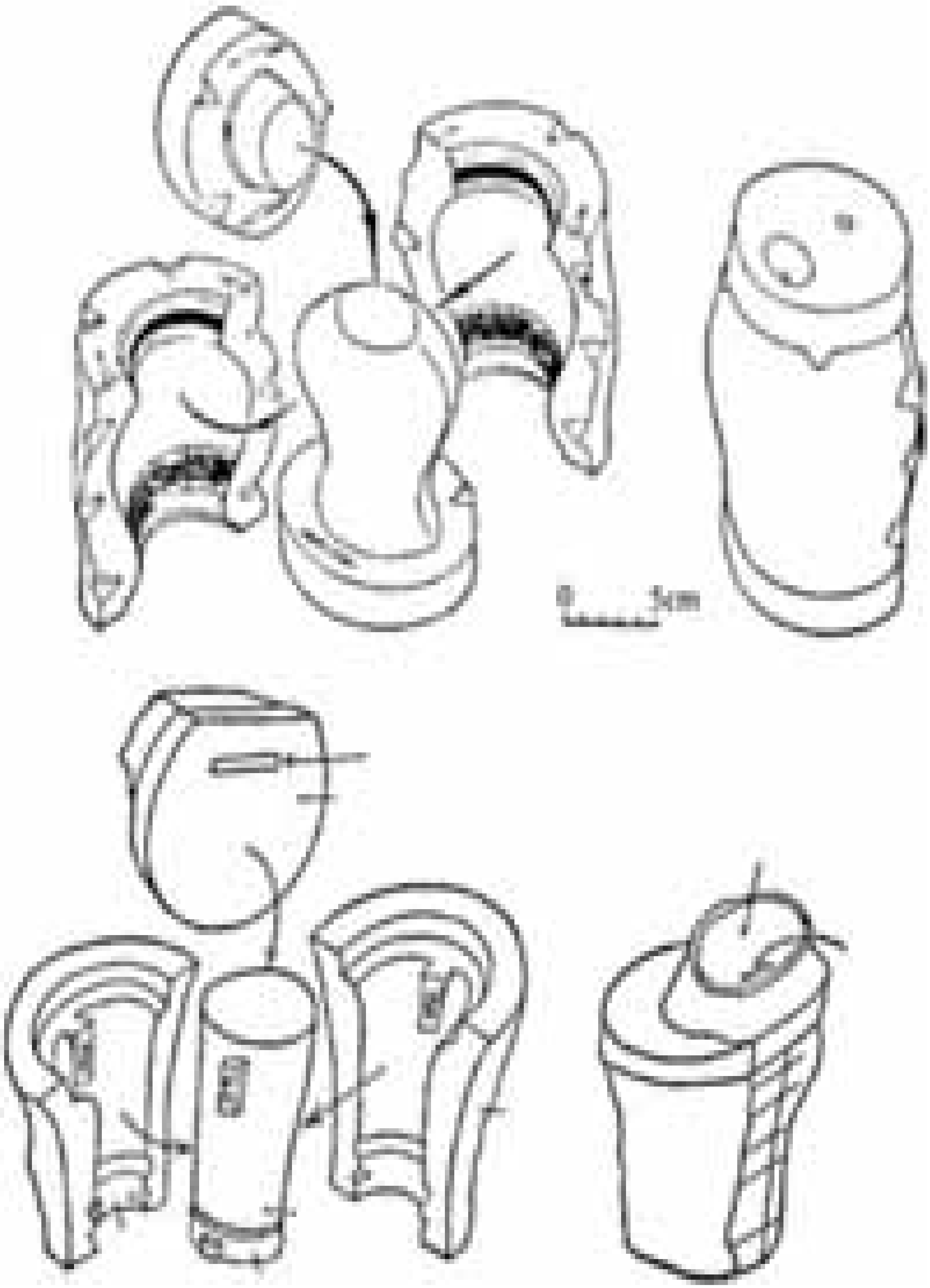
青铜依其合金成分的不同，可以铸成不同颜色、硬度、韧度的东西，以适应不同的需要。对古人来说，利用青铜的锐利可以铸造战斗用的武器，利用其美丽的色彩及富有光泽的特性又可以铸造供神的祭器，对“国之大事，在祀与戎”的古代社会具有极大的价值。以商代青铜成品的精美及数量之多看，当时一定使用了相当多的语言描述它，但是甲骨文迄今还见不到“金”字。原因可能是熔铸器物不是国家大事，不必劳动商王去占问，或是商代对于熔铸已甚有把握，不必向鬼神祈求福佑以保证铸造的成功。

“金”字首见于西周早期的金文（），对于此字创意的解释虽多，尚无令人满意者。或以为表现矿石生于土中并附有声符，或以为金块埋于土堆下，或以为表现坩埚倾倒铜的溶液进入型范之状，或为金属锭的形状，或挖矿的斧头以及砍下之金属粒，等等。

要通过与其他的字形做比较研究才能猜测“金”字的创意。甲骨文的“铸”字有两种写法，一作双手拿倒皿覆盖于一个土型上之状（

），一作双手持倒皿倾倒铜液于另一皿中之状（）。两种写法都取意于倾倒铜液于型范中的操作过程。西周铜器常说明铸器的原因，“铸”为常见之字。其书写的异形甚多，演变的过程是在甲骨文的基本字形上，加上意符金、火，或声符而成。最值得注意的字形是由所发展的字，是由演变而来。于“铸”字是接受铜液的模范型，那么“金”就是以铸器模型创意的了。金文“铜”（）字部分的“金”，更生动地表现出型与模已套好，捆绑牢固，等待浇灌铜液的样态。看来，代表金属的字是来自以型范熔铸铜器的概念。

中国因为缺少自然状态存在的金属，只有通过熔铸才能取得金属，故用型范表达金属的意义。从商代铜器铸造方法的考察中，发现在各种铜器加工的方法中，不但铸器，甚至对于花纹、零件等的加工，几乎也只用套铸的块范法。这与其他文明古国主要用失蜡法铸造，用铆钉、熔焊等种种加工的方法，显然有基本上的隔阂，强烈反映中国金属铸造技术的自发性与独特性。


0
5cm

图一

青铜铸造的多片范合范的示意图

〇七六

雝（雍），休闲家居

雍：『养有鸟，有水池的宫苑。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

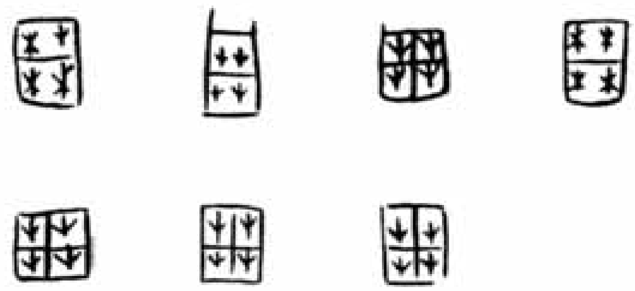


现代楷书

雍

囿：『栽培观赏类植物的游乐场地。』

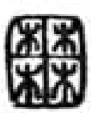
商甲骨文



两周金文



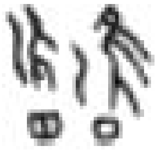
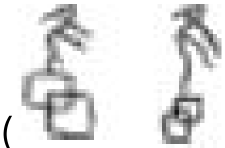
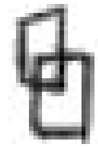
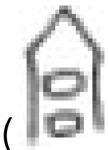
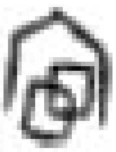
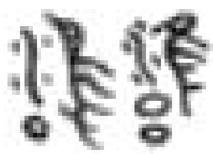
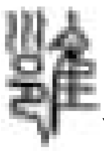
秦小篆


Z


S

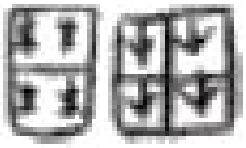
现代楷书

囿

中国文字有“邕”与“雝”（雍）两字，《说文解字》的解释，“邕”是四面有水环绕的区域，“雝”是一种鸟的名字。这两字的创意有所关联，“邕”字应该是“雍”的简化。甲骨文有“雍”字，繁写时由水、宫、隹组成（），简写则由宫与隹组成（）。是现今的“宫”字，作有分室的地基或有多块方整形状的地基状。强调在一个屋顶之下有隔间，故有些字形作多个隔间之上有屋顶之状（）。有不同用途隔间的房子在后代虽是很普遍的，但在早期，那种建筑是主持政教大事的所在，被视为富丽堂皇的宫殿，故“宫”有宫殿、宫庙、宫廷的意义。所以“雍”字的创意是表达一处居住区有水有鸟。在古代，这是特大的贵族才有办法建造的大房子，建筑群里有提供工作后回家休息的休闲生活设计，所以“辟雍”为皇帝的起居处。金文的“雍”字还保留甲骨文的字形（），小篆则把宫改为邑，水换成川（）。

人们的活动离不开家。当经济的情况有了改善时，人们首先要改善的就是住家的条件。华北在七八千年前住的是比人身还高的地穴，慢慢改进到在地面上建房子，然后是屋子里有隔间，区分隐秘的私生活与公开的生活空间，再进一步就是装饰屋子使更为美观，设照明设备增加夜间的活动，焚香使空气舒适。最高级的则是不必旅行出外，在家里就可享受山林野趣之乐。

商代的宫殿遗址已有几处被发掘出来，规模已相当大，台基有达到八十五乘十四米半的，可想见其建筑规模的宏伟。从“雍”字的宫殿有水及鸟，可想见表达了建筑群里有流水，有鸟鸣，让枯燥的建筑有活

力，居住起来舒服些，是住家有休闲空间的设计。可是从发掘的现象看，都不像里头有流水经过的样子。商王在处理国事之后，不免也需要纾解烦劳，从“雍”的字形也能肯定当时必有提供商王纾解心情的建筑。甲骨文还有“囿”字，作在一处规划的范围内有分区种植众多树木花草之状（）。卜辞有占问商王前往某个囿苑，囿内所特意栽植的黍是否香。有可能商代还没有想到让住家有山林之乐的设施，如果王想让心情轻松一下，就要旅行到另外一处地点。

到了西周初期，情况就有了变化。陕西岐山发现一群不晚于西周早期的大型建筑遗存，是目前所知最早有严格对称布局的实例，是华北地区四合院设计的直接前身。大门是两扇式的，门前竖碑用以遮挡门外的视线，保持院内的隐蔽，两侧则是守卫的两塾。进门后为中庭，然后是办公事的厅堂。厅堂之后的院子有流水通过，然后是寝室房间的住家部分。可以推测，此流水是台榭、花草、鸟虫的幽雅休闲生活的住家生活设计的一环。

就像图一这一组唐代的三彩建筑明器，图二是这座建筑的后院中的假山水池。背景为数峰并立的高山，山峦层层叠叠，怪石嶙峋，山峰间则青松挺拔。主峰上一小鸟，俯视山下，作展翅欲飞之状。两边的侧峰则各立一鸟，相向若对歌一般。山脚下有一池碧水，池底则数尾游鱼。池畔又有两鸟，一上一下引颈畅饮。好一幅人间休闲的仙境美景。这岂不是甲骨文“雍”字所描写的景象吗?



图一



图二

三彩釉瓦陶假山水池

高十八厘米，唐，约公元七〇〇年至七五〇年

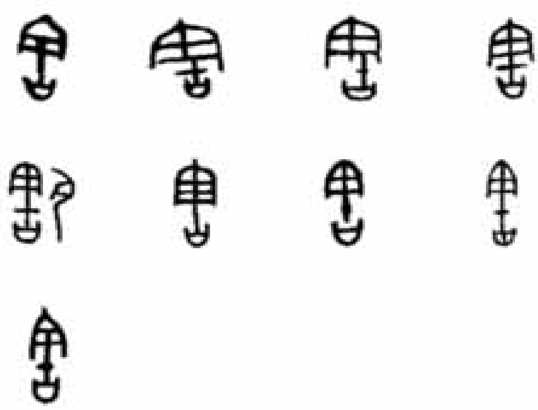
〇七七

害，破坏型范

害：『铸造器物之型范已被破坏剖开之状。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆

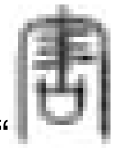
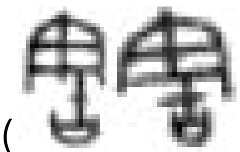
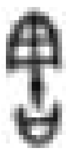
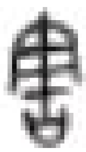


现代楷书

害

能了解中国冶铸技术的复杂性，肯定就会对中国青铜器的精美有更深一层的欣赏与感动。在〇七五一节的文章里已解释过，中国因为缺少金、银、铜等自然状态存在的金属，只有通过熔铸的方式才能取得金属。因为以块范法铸造金属器物是中国早期利用金属的唯一方法，所以“金”字的创意，采取铸造器物时陶模型与范已经套合的样子表达金属这种物质。用块范法铸造铜器，其制造的程序约为：首先是塑造模型，即以泥土塑造一个与所要铸造的器物同大小的形象，然后在其上雕刻花纹或文字以便翻范做成型范。翻范的方法是把过滤过的细泥调和湿润，拍为平片，按捺在模子的外部，用力压紧使花纹细节反印在泥片上。等待泥片半干，再用刀分割成数片，加以阴干或烧烤，每片就是一个型。器形简单的只需割成两半，稍微复杂的就需要八九块或更多。最后手续是套合，乃在模子上刮下所要铸造器物的厚度，然后把外范和内模套合在一起。两者的空间即为器物的厚度。内外模型的榫眼要扣合，并以绳子捆缚，再抹上泥土加以强固，以防备灌浇时范片走位，导致失败。然后就可把熔解的铜液自浇口灌入了。等待热铜液完全冷却后，就可以把外面的泥土和绳子割开而取出里头的铜铸件了。

这种复杂费时的范铸法是中国早期铸造金属器物的唯一方法。甚至连零件和修补也用同样的方法。这是中国冶铸技术的特色，由于需要多块泥范套合，故称为块范铸造法。西洋虽也使用块范法，但主要是使用失蜡法，以及铆钉、熔焊、锡焊等等加工。方式与中国非常不同，所以很多学者认为它们强烈反映各自独立的创发性。所谓失蜡法，就是先用蜡一类遇热会熔化的东西，塑造想铸造的器形，然后用陶土包覆起来，留下一个出口。烧烤后蜡熔解掉，就留下空隙而把热铜液灌进空隙，也是冷却后就可把外边的陶土剥掉而得到铸成的器物了。这种铸造法，没有型范套合的问题，复杂的器形比较容易设计，铸出来的器物也因没有接缝而比较容易完美。中国要到春秋中期才使用失蜡法铸造器物，但也不成为主要的铸器方法。由于中国这种对铸器法的执着，连碰到高温才能熔化的铁，也想尽办法提高炼炉温度加以熔化以之铸器，故比西洋发展生铁早一千五百年以上。中国用笨拙的方式却能铸造不输于失蜡法的复杂而精美的铜器，其巧思更值得我们钦佩。以失蜡法铸造的都是个别造型，故每一件都不同。但使用块范法，如果用比青铜熔点更高的东西做范，如铁，就可以用同一组的范无限制地翻铸，减少成本。很多农具就是用这种方法铸造的。

“害”字的创意，《说文解字》的解释：“，伤也。从宀口。言从家起也。丰声。”许慎没有看到更早的字形，也解不透其创意，把它看成形声字，又因部分字形看起来像家屋，所以解说伤害从家中而起。现在从更早的金文字形看，“害”并无屋子的形象（），它与“金”的字形有点像。“害”的中线部分经常被写成中断而分两部分，可能表达型范与模型没套好以致铸件走样，或浇注而冷却之后，模范已被剔坏而取出铸物的样子，故而形成中断的现象。这样也可以理解“全”字，原来是表现铸型尚完好，没有被剔坏的状态。

图二是铸造铜钟的多片泥范中属于舞部的完整陶范。此范的纹饰可看出是只一头两身的动物，脚爪各抓着一只身躯扭转的虫或蛇。战国时代常见尾巴分歧的龙纹，看起来像是自可分析为两只面对面夔龙的饕餮纹（兽面纹）变化出来的。



图一

鬲陶范

高二十三厘米，宽二十四厘米，商早期，公元前十六世纪至公元前十四世纪



图二

铜钟的舞部完整陶范

高十六点七至十七点九厘米，公元前五世纪至公元前四世纪
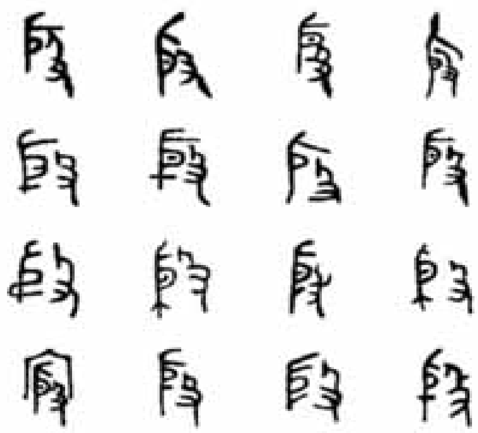
○七八

殷，作乐殷盛

殷：『手持棒槌击鼓一类的乐器，为大规模乐奏才使用的乐器。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆



现代楷书

殷

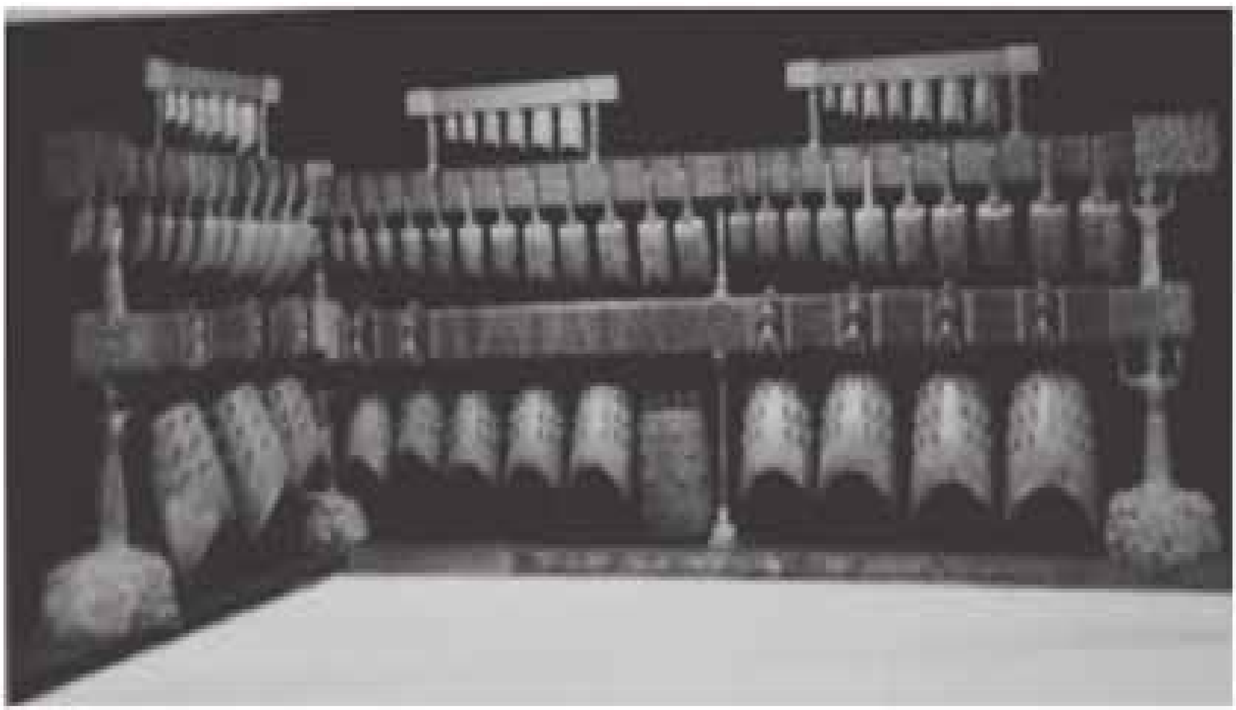
根据历史的记载，商朝被周联军灭亡后，其首都，就是现今的河南安阳，就被破坏了，以至有很长的一段时间成了无人居住的废墟，因此被称为殷墟。根据《逸周书·世俘》的记载，这次战役，周的联军前后共杀馘（杀死）十七万七千七百七十九人，俘虏（活捉）三十一万二百三十人。除外，还缴获了旧宝玉一万四千件以及身上的佩玉十八万件。依常理推论，战士是不会把宝玉戴在身上而上战场打仗的，所以所获得的宝玉必是从住家抢夺搜括来的。这次的破坏必是非常彻底，以至于没有人愿意在这里定居。说不定，当时因被杀的人太多，又没有好好加以埋葬，导致瘟疫或病疾流行，所以这块长期经营的肥沃土地才没有人愿意去居住。

西周的人提到商王朝时，好几件铜器的铭文都以商称呼商朝，如西周早期的《利簋》：“武王征商，唯甲子朝，岁鼎，克闻（昏）夙有商。辛未，王在阑师，赐右史利金，用作檀公宝尊彝。”（翻译成白话：武王征讨商国时，于甲子日的早上占问一年的运势，答案是早晚之间就可以拥有商国。辛未日，武王来到阑师，以铜料赏赐右史利，利用它铸造纪念檀公的宝贵祭祀彝器。）可是很快就以殷来称呼商朝与商族，如《保卣（yǒu）》：“王令保及殷东国五侯。”《大盂鼎》：“我闻殷坠命，唯殷边侯甸与殷正百辟，率肆于酒，故丧师祀。”为什么有这种改变呢？

甲骨文还未见“殷”字，金文的“殷”字，作一手拿着工具在敲击某器物的样子（）。创意是什么呢？《说文解字》给予“殷”字的解释是“作乐之盛”。经籍的“殷”字也大多有盛、大、多一类的意义。综合字形与字义，“殷”字看来是表现敲打钟鼓一类的乐器，大大作乐而欢乐之状了。《史记·殷本纪》对商王帝纣的朝廷有如下的描写：“好酒淫乐，……使师涓作新淫声，北里之舞，靡靡之乐。……大聚乐戏于沙丘，以酒为池，县（悬）肉为林，使男女倮（裸）相逐其间，为长夜之饮。”《吕氏春秋·侈乐》也说商王纣“作为侈乐，大鼓钟磬管箫之音，以巨为美，以众为观”。

一般说，音乐在文明较高的社会较发达，而且也较高雅细致。歌舞酒色有相得益彰之性质。宴飨如不配以歌舞，是相当扫兴的事。宴飨是各个时代不从事劳动的贵族所喜好的事。商王喜欢大规模的演

奏，大量的人员参与，尤其是群饮酗酒。大概因此，有太多的高官耽迷其中而不拔，导致士气低落，并因而忽略了武备，以致为周联军所乘，一日之间，就被一举击溃而遭灭国的悲运。《尚书·酒诰》中周公告诫新封国的康叔，要严厉禁酒以免步商人酗酒而致亡国的后尘。对于群聚饮酒的人要给予最严厉的处罚，不必怜悯。连放置酒壶的几案也叫“禁”，提醒人们不要饮酒过量。或许周人因为商人酗酒丧国，就鄙视之，揶揄之，把他们叫作殷人。



图一

曾侯乙墓出土的编钟与木架

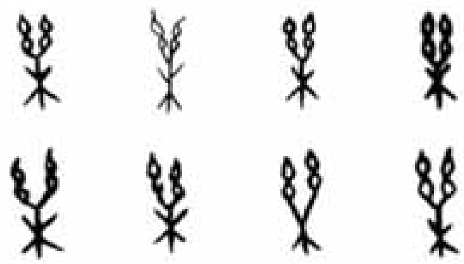
高二百七十三厘米，长一千零七十九厘米

○七九

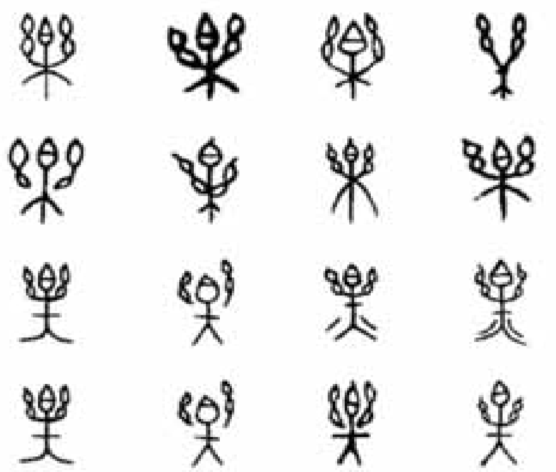
乐，弦乐定音

乐：『作一木上安装有两条弦之状。』

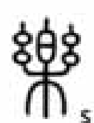
商甲骨文



两周金文



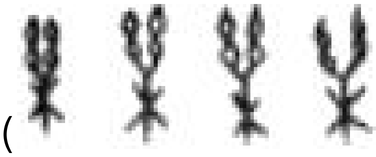
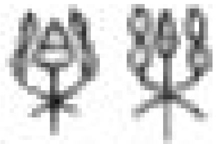
秦小篆



s

现代楷书

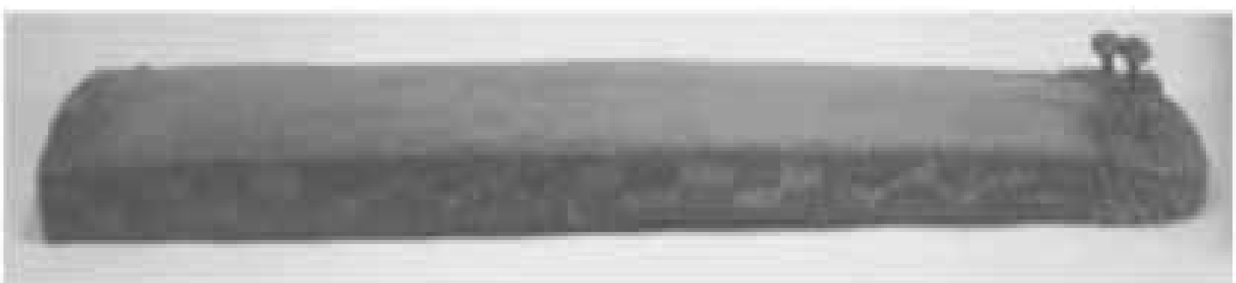
乐

“音乐”两字的创意，“音”可以确定是种长管的乐器形。“乐”[1]字，甲骨文作木头上安装有两条弦线之状（）。似乎是表现某种弦乐器的样子，但在甲骨卜辞里，“乐”字还不见有使用于有关音乐的场合，故其创意仍有争议。西周的金文在两弦之间多了个“白”字（）。“白”是大拇指的形象，或以为是琴拨之形，表示用手弹奏的方式。如果弓是弦乐的前身，以手拨弹演奏应是最自然的。但早期文献以“鼓”字描写弦乐演奏的动作，如《诗经·常棣》：“妻子好合，如鼓瑟琴。”如果“乐”字确实是以弦乐器创意，则金文的字形，大半就表现以拇指按弦，声响由另一手敲打出来。以手指或用琴拨拨弹弦乐是较迟才发展的技法。吹气和敲打是乐器演奏的主要方法，管乐和弦乐是乐章的主调，故代表此两种乐器之字，就被合成一词以代表音乐之事。音乐使人心情舒爽，故“乐”字也引申为快乐的意义。

弦乐器是利用弦线振动而发出声响的乐器。早在三四万年前，人们就已熟悉弓弦线振动的声音。弦的音调因材料、张弛、粗细等的差别而有异，古人有机会感觉到不同音调的弦声而加以利用，故认为弦乐的起源甚早，而有庖牺氏作五十弦瑟，或黄帝使素女鼓瑟，哀不自胜，乃破坏为二十五弦等传说。可能因为木头与弦线不能长久保存于地下，出土弦乐器的遗址时代没有早过春秋时代的。

文献几次提到商王纣喜欢大规模合众乐的演奏，应该就会要求绝对音高的一致，才能取得音调的和谐。早期的乐器只有管乐与弦乐能够由一件乐器发出多音程的乐音来。管乐的发音与管的长度、直径有直接关系。要经过复杂管径校正的计算，才能得出一定间隔而定出有规律的音阶。对古人来说，比较难通过管乐的长度去制定音调。弦线的长度与音高之间的关系明显，才容易被人观察到。弦乐有可能因为以弦乐来校正他种乐器的音高，才在乐团中具有领导的地位，从而也产生三分损益律。它是以一常数为基音，通过增减三分之一的长度以求得规律谐和的音阶。如以宫调的基数计算，则增宫调为徵调而长一百零八，损徵调而为商调而长七十二，增商调为羽调而长九十六，损羽调而为角调则长六十四。其他音调的常数都可依此法增减而得。

在较早时期，作乐的时机不常有，且限于庙堂聚会的有限庆会，陈设乐器之任尚可应付。随着阶级界限的模糊，作为阶级表征的笨重礼乐器亦因之不振。后来演变，甚至连士族之间的相会、宴飨都要以音乐助庆。音乐既作为私人叙情交欢之用，演奏场所就不再限定于庙堂。有笨重架子的乐器也难于移动、陈设到各个不同的地方去。于是音程完备，可以谱出高山流水，抒发个人情性的管乐与弦乐就开始兴盛，成为庆会演奏的主调，而钟鼓磬之乐曲就大为衰落。琴瑟不但音程易校正，易于制作和携带，且虽深山幽谷，或穷乡陋巷，都可以即兴演奏，而演奏也不费力，尤其是弦乐声较为欢愉悦耳，终占优势，成为最大众化的乐器。尤其是文士，视之为修心养性必学习的乐器。故《礼记·曲礼下》有“君无故玉不去身，大夫无故不彻县，士无故不彻琴瑟”。弦乐终成八音的领导。



图一

雕刻漆绘木瑟

长一百六十七点三厘米，宽四十二点二至三十八点五厘米，中高十三点七厘米，战国，公元前四〇三年至公元前二二一年

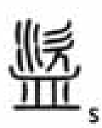
注释

[1]“乐”字在〇四一一节亦做过介绍。——编者注

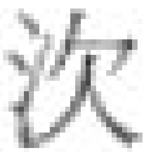
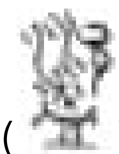
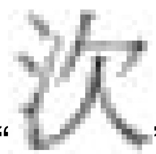
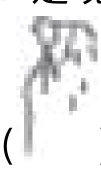
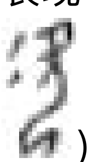
○八○

盗，偷尝美食

盗：『一人见食物于皿中，馋涎下滴，想偷偷尝食。』

商甲骨文	
西周金文	
秦小篆	
现代楷书	盗

在讲解“盗”字的创意之前要先叙述一个故事，出自《春秋左氏传》宣公四年的记载。楚人向郑灵公进贡鼋鳖的土产，当时贵族的子弟子公与子家将要去晋见郑灵公。子公的食指突然颤动起来，子公将颤动的食指举给子家看，并说：“以前我的手指头这样颤动的话，就表示会尝到有特别滋味的食物。”两人将要进入宫殿的时候，看到厨师正在处理鼋鳖，就相视而会心大笑。郑灵公询问这两个人嬉笑的原因，子家就报告刚才的情景。到了要大夫们品尝鼋羹的时候，郑灵公存心开个玩笑，竟然故意不招待子公吃鼋羹。子公大为生气，就用手指伸进煮鼋羹的鼎锅里，蘸点汤汁往口里尝了一下，然后气冲冲地急走出去。

地下文物出现过“盗”字的，目前最早的见于春秋时代的铜器铭文，由及皿组成（）。《说文解字》的解释，意义是“私利物也”，创意是“欲皿为盗”。重点在于偷盗的人喜欢上这件器皿。这种解释可能有点偏离真正的创意。“”是现在的“涎”字，“羡”的字源，表现一个人张口而口水向下直流之状（）。另一个相似的“次”字（），作开口说话时把唾沫或饭屑喷出口外，不是可嘉许的行为，故有次等的意义。如果“盗”的创意只是来自想要偷取盛放食品的皿，实在没有必要把流口水的重点表现出来。“盗”字的重点是私下地，或在不为人知的情况下做某件事。我们在生活当中，常常有见到美食，口中不自禁地分泌出唾沫的经验。如果偷尝一口还不会影响整道美食的内容或形象，有些人就会做出偷尝一口的解馋行为。我想这才是要把流口水表现在“盗”字创意中的原因了。

子公赴宴时，不知已坐定了没有，史书没有写得那么详细。古代设宴，一向也摆设筷子与汤匙，但那是作为从羹汤中把菜蔬拿出来的工具，所以《礼记·曲礼》说“羹之有菜者用梜（jiā）”。是木制而可夹物的器具，即今天的筷子。古代的很多匙匕在底部有多个小孔洞，就

是用以滤干菜蔬、鱼肉，使不多带汤汁的。中国虽然重视食物温热的味道，但不是很烫，习惯用手指取食，所以说“饭黍毋以箸”。因此饭前与饭后都要洗手。殷勤的主人还会亲自倒水给客人洗。《礼记·内则》就有叙述：“进盥，少者奉盘，长者奉水，请沃盥，盥卒授巾。”所以就算子公已坐定了，筷子和汤匙也不是提供来取食与喝汤用的，所以子公才用手指伸进鼎里，蘸取一点鼋羹的汁液，尝试其美味。

中国古时以小米为主粮，饭的颗粒小而又松散，如用筷子夹取，很难不会掉落。只有捧碗就口，用筷子扫进口里，才会吃得干净利落。但若要用单手捧饭碗就口，容器就得做得轻而小。但商周的时代，送食进入口的豆都做得颇重而大，难于单手捧着。而且豆有高长的独脚，显然也不是为捧在手中而设计的。到了西汉初期，才大量出现没有支脚的，或短圈足的平底小圆碗。显然是配合以筷子吃饭的新风气而设计的新形式。我们大概可以肯定西汉习惯使用筷子吃饭了。



图一

阳信家铭青铜染炉，用以温热耳杯里的蘸酱汁

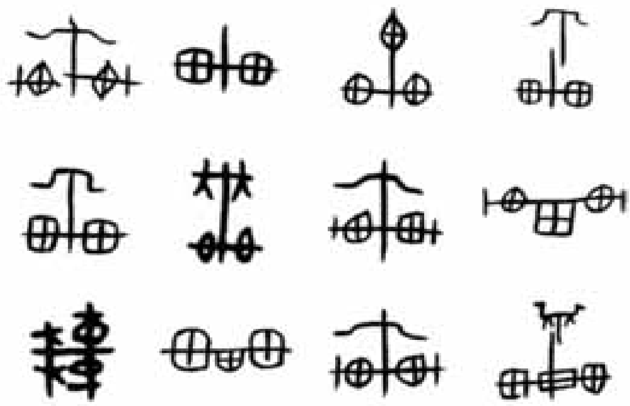
高十点三厘米，西汉，公元前二〇六年至公元二十四年

〇八一

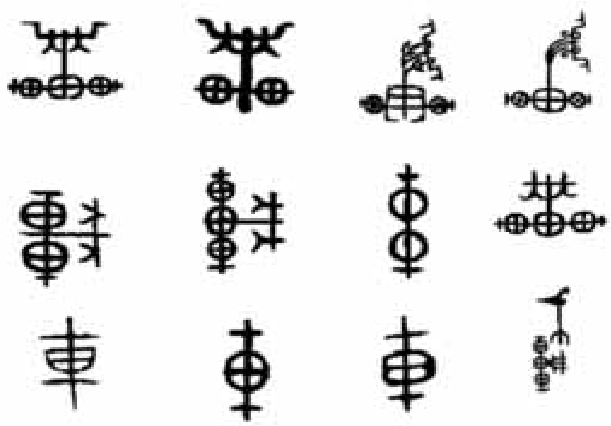
车，地位象征

车：『作车子整体的形象。常简省部分。』

商甲骨文



两周金文



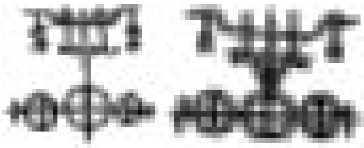
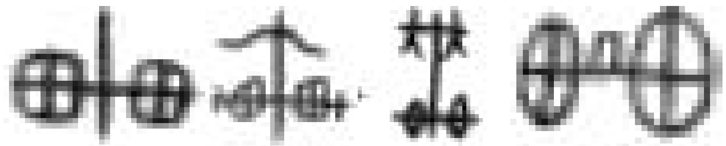
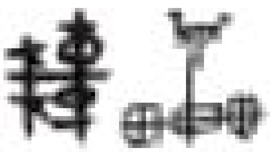
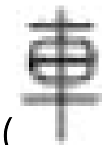
秦小篆



现代楷书

车

车子能载重行远，速度或不如水运快捷，费用也不如水运便宜，但能适应绝大部分的地理环境，可深入各个角落，不像水道的线路有限，所以仍然是古代与远地交通的最重要工具。

“车”是个象形字，作或繁或简的车子形象。最详细的是金文的族徽（），包括两个轮子、一个舆架、一条辀、一支衡、两个轭、两条缰绳。这样繁杂的字写起来太费劲，所以甲骨文就省略比较不重要的部分（）。又因为轮子是车子的最基本零件，省略不得，故小篆的字形就省略至只剩轮子的形状（）。

考古证据显示，近东大致在五千年前就有了车子。但在中国，发现车子的可靠遗址都属于商代后期，结构已非常进步。西洋的学者就因中国的马车不见从简陋到精美的发展过程，就说中国的造车技术传自西洋。

中国把车子的发明归功于传说中的约四千七百年前的黄帝。车子的拉曳动力改进过程是由人而后牛而后马。如果以商代马车的精美情况去推测其发展所需的时日，则传说的四千多年前的夏禹时代以马代牛拉车，可能是接近事实的。马的家养时间很晚，可能也与马被驯养的最初目的就是拉车而不是食肉有关。马车的应用恐怕也有时机上的原因。其发展的主要目的在中国可能不是货物的输送，而是军事的需要。四千多年前是战争规模扩大，接近建立国家的阶段。早期的车舆很小，装不了多少东西。路况不佳，不宜做快速奔跑，再加上重心高，易翻车，君王冒险乘坐它，很可能是为了取得高度机动性的高台，一如戴高帽，以利指挥大规模的战争，让战士易于接受指令，并因而发展展示身份的目的。

中国与西洋马车使用的目的很不一样。西洋重视其速度，舆架的重心低，驾驭者用站立的方式以避免翻覆。所以尽量减轻车架的重量，不多加装饰以减轻马的拉曳负担。但是商代的贵族为了炫耀，加上很多不必要的甚至妨害快跑的繁多装饰。如以安阳一个商代的随葬马车的墓坑作为例子，其中一车装饰各样的铜饰件约有一百七十件之多，超过十三公斤。甚至马的身上也要加上不必要的铜饰件好几公斤。其实强固车子性能所必需的铜零件可以不超过一公斤。到了春秋晚期，为了减轻其重量，连强固车毂的铜（guǎn）也被取消，改用涂漆和皮筋加固。

中国古代马车的辕较直，它架在比车轮半径还高的马颈上，使得车舆的重心高（超过七十厘米）而不稳。商代的甲骨卜辞就曾提到王武丁的两次翻车事故。对于如此高的车轮，驾驭时就要尽量压低重心，才可以减少颠覆的危险。因此理想的驾驭方式是采取跪坐的姿势。商代舆架底部常使用编缀的皮条，它具有弹性，虽不利站立的稳定，却能保护跪坐者的膝盖。甲骨文驾驭的字作，虽然难猜测其创意，但明显与跪坐的姿势有关。大概乘者在展示时才站立起来。

车子的结构复杂，要求的技巧高，造价昂贵，非一般人所能拥有。马也需要专门人才经过精选良种及长期训练才能胜任，要高级贵族才能有此财力。《左传》鲁襄公三十一年还记载郑国子产以驾驭马车比喻为政之道：“若未尝登车射御，则败绩厌覆是惧，何暇思获？”要想安然在马车上作战射箭，显然需要相当多的训练。所以牛车虽缓慢，先为老弱妇女所乐于使用，汉代晚期以后就取代马车，成为包括贵族的全民交通工具。



图一

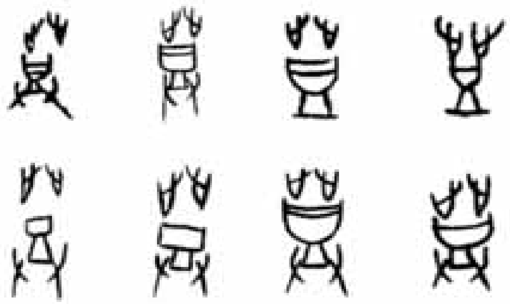
临潼秦陵出土，铜四匹马安车模型，通长三百一十七厘米，高一百零六厘米

〇八二

登，优雅上车

登：『双手扶持矮凳让他人上登之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

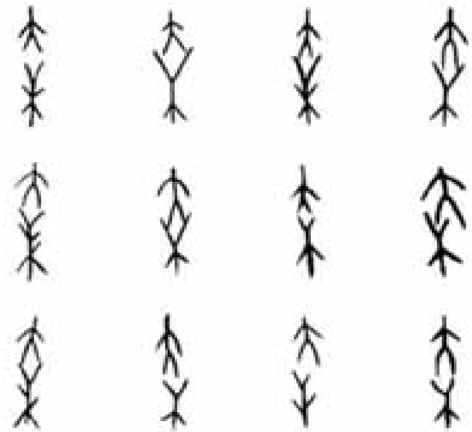


现代楷书

登

乘：『一人站立在树上之状。』

商甲骨文



两周金文



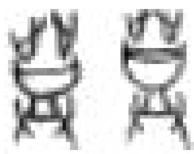
秦小篆



现代楷书

乘

古代的交通，水运的费用比陆运便宜得多，也经常快捷得多。但是水运的路线有限，不能随心所欲到任何的地区去。有些河流有时也不深或太过急湍，不易航行。在河川不到的地方修建运河更是耗费财力，所以陆运终归是比较普及的交通方式。陆运需要依靠牲畜的力量，牛温顺有力，行步缓慢，宜于载重，是平日或战时载重的主力。但马奔跑的速度快，宜于快速传递消息或追逐猎物，虽然训练的费用高，但经济不是贵族首要的顾虑，后来又直接参与战斗任务，更是贵族游乐及打仗所乐于依赖的工具。牛车是一般人民谋生的工具，舍不得放进坟墓中，故商代随葬的都是贵族炫耀身份的马车。

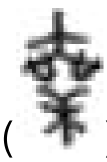
商代的马车因为采用的系驾方式，车舆高挂在车轴上，离地有七十到八十五厘米高，容易翻覆。如此高的舆架，连劳动的人士都无法跨步而上，更不用说讲求行动优雅的贵族，因此要有相当程度的高垫脚物，贵族才能雍容地上车。甲骨文的“登”字，作两手按着一把矮凳，让他人的双脚登上之状（），有时省略了扶住的两只手（）。“登”本是上车的动作，后来引申为一切上升的动作和形势。

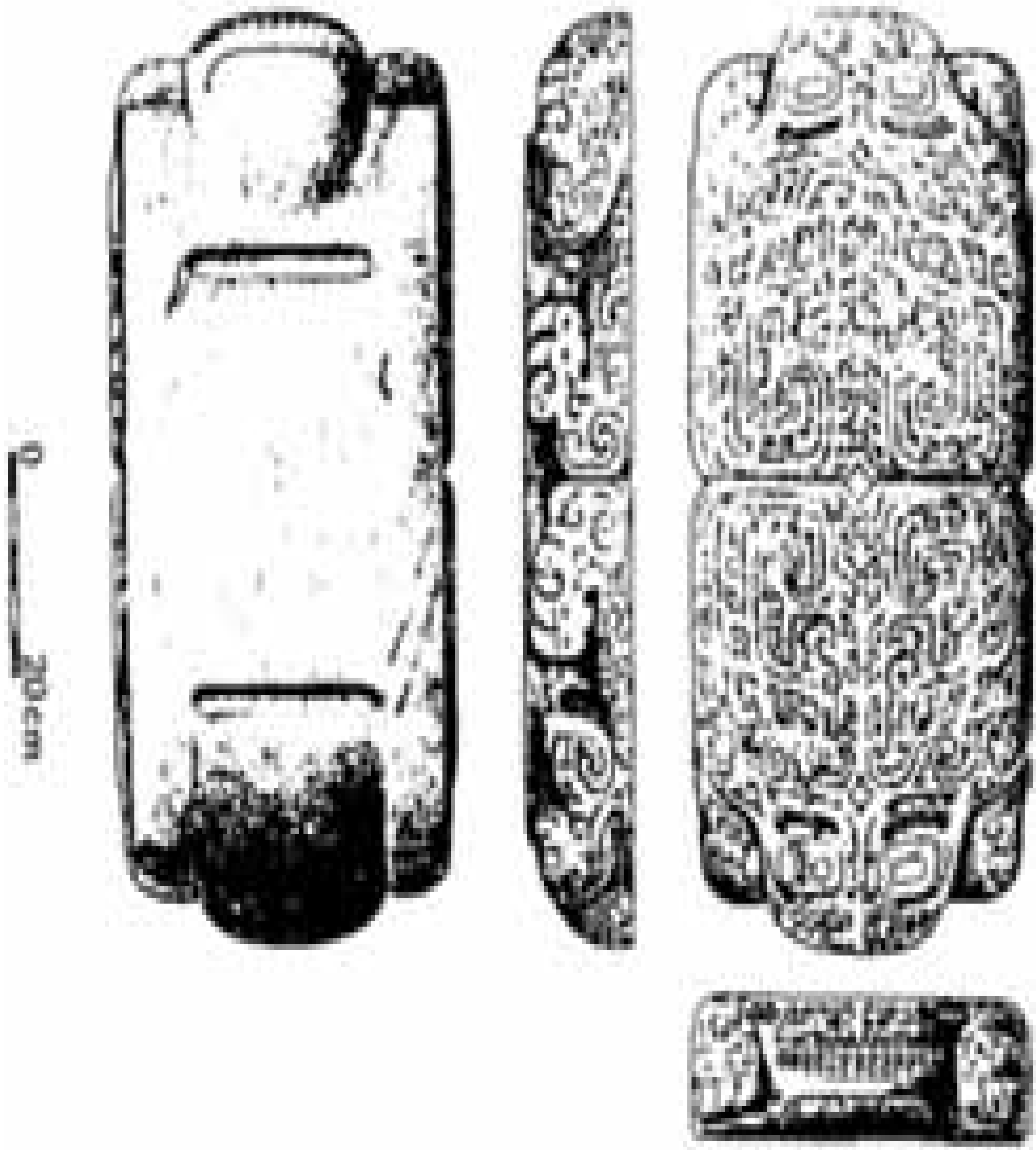
用以登车的东西，较低级的贵族可能只是普通的矮木凳子。明代的一组陶俑，有一名文士装扮的骑马者和一位伺候的仆人。仆人的肩上套着一把矮凳，显然不是准备给自己休息的，而是让主人兼为上下马骑之用。马背的高度与商代的舆架相当。想来这位文士不娴习马术，不会借用马镫，而要靠凳子才能上下马背。

高级的贵族就更为讲究上车的器具了。安阳侯家庄的商代贵族大墓曾经出土一件专为登车的低矮石凳。那是一块形状扁平，上面密布雕刻花纹的石头，如图一。花纹表现的是一对相背的老虎。不雕刻花纹的一面钻刻有凹槽及孔洞，可穿过绳索以便搬动这块石头。《诗经·白华》：“有扁斯石，履之卑兮。之子之远，俾我疷（qí）兮。”即是描写这种上下车的工具——乘石。

越高贵的人，行动越要求优雅。从商代乘石的形制看，使用时两位下人拉着乘石两端的绳子，使乘石平放在地上，让贵族走上这块石

头后，两人就拉高乘石，有如乘坐升降机，高度到了舆架后的出入口，贵族就像走路一样，踏进舆架里，连抬高脚步的麻烦都不必有，姿态是多么优雅。大贵族上车一定要有如此制作讲究的石制践踏物，故“乘石”一词在一些文学作品中就成了最高统治者的代名词。如《淮南子·齐俗》：“武王既没，殷民叛之。周公践东宫，履乘石，摄天子之位，负扆（yǐ）而朝诸侯。”

商代的马车只用二马拉曳，西周早期很可能已注意到快速的重要性，所以就发展了用四匹马拉曳的车子，也开始称呼一辆马车为一乘。甲骨文的“乘”字，作一个人站在一棵树上之状（）。后来大概人的形状已经不太容易被了解，所以金文时代就加上两只脚（）。



图一

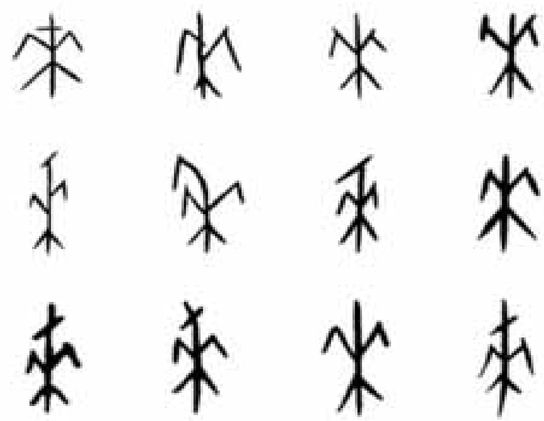
商代的乘石，侯家庄一〇〇一墓出土，公元前十四世纪至公元前十一世纪

〇八三

来，外来谷物

来：『麦禾形。假借为往来。』

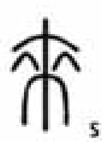
商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

来

麦：『麦根特长，可能表示有长根须的禾类。』

商甲骨文



两周金文

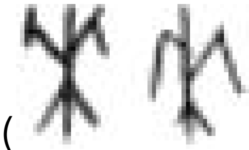
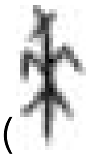


秦小篆


5

现代楷书

麦

甲骨文的“来”字（），作一株直茎、垂叶、直穗的植物形状，有时还加上成熟时垂穗的样子（）。但是此字的意义，除偶尔用于表达某种谷物的名称外，大都使用为来往、来日等意义。为什么要利用植物的形象去表达，其间有何种的关联呢?

甲骨文没有留下到底“来”是何种谷类的具体描述。甲骨文还有“麦”字，与“来”字形象类似，大致也作直茎、垂叶、直穗或垂穗的形状，但根部有特异的形象（）。甲骨文的“麦”字使用为本义的谷类或地名，学者认为即后代的小麦，为今日北方的主要食粮。小麦的根部很长，有时长达一丈多，深入土中吸取水分，与他种谷类作物的根部有很不一样的外观，可能古人就以此特征来造字。

商代主要的谷类作物，从甲骨文常见“受黍年”“受稻年”而没有“受麦年”“受来年”的记载，知道商代的主要谷类作物，北方是小米，南方是稻米，麦与来还不是主要的栽培对象。“来”的字形既然与“麦”字相似，又同是当时较罕见的品种，有可能指同类的植物。地下的考古发掘，反映小麦在商代是稀罕的，很可能是才发展不久的谷物。比较早期的新石器时代遗址都不见小麦的痕迹，只有远离中原的新疆和甘肃民乐发现过。虽然还报告见于安徽亳州钓鱼台，但此遗址的地层不会早于公元前三千到二千年间的龙山时代，甚至有人以为发现小麦的地层是属于西周时代的。

麦不像其他谷类作物常见于六七千年前的遗址，因此不会是中国的原生植物，大半是外来的。或以为青藏高原也是大、小麦发源地之一，不必远从近东引进，但小麦绝不是从远古就见于华北地区的谷物，是不可否认的事实。《春秋》鲁庄公二十八年记载“大无麦、禾”，以麦与其他谷物黍、稷、稻等的“禾”别为不同类别，可能就是因为麦子为外来的品种，而黍、稷、稻等为中国的原生品种。甲骨卜辞提及正月食麦（《合集》24440），想是时节性的时令嘉食，不是日常的食

品。《逸周书·尝麦解》：“维四年孟夏，王初祈祷于宗庙，乃尝麦于太祖。”谷物的祭品只提及麦，想见其珍贵可比得上牛、羊。两周歌咏麦子渐多，《春秋》一书记载对于麦子的收获比他种谷物更为重视，想来华北地区对于麦子的栽培越来越普及了。

华北气候较为干旱，除了条件非常优厚的个别地方可以种植稻米外，绝大部分的地区都只能种植小米。小麦有细长的根部可以深入土中摄取水分，加之小麦比小米味美而耐饥，容易入口，人们乐于种植。《战国策·东周策》有“东周欲为稻，西周不下水，东周患之。……今其民皆种麦，无他种矣”。说明华北地区选择种麦的重要原因在于适应北方干旱的气候。所以到汉代时，小麦终于取代小米，成为北方最重要的食粮。

通过以上的说明，来和小麦都是外来的品种，有可能因此以“来”表达来去、未来等意义。



图一

麦



图二

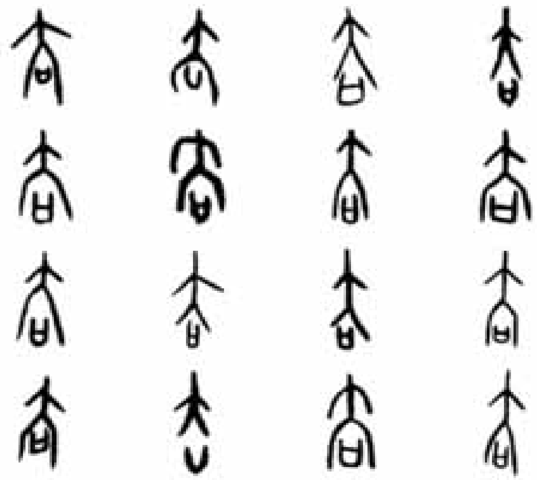
大麦

○八四

去，排除废物

去：『一人蹲在浅坑之上排除体内废物。』

商甲骨文



两周金文



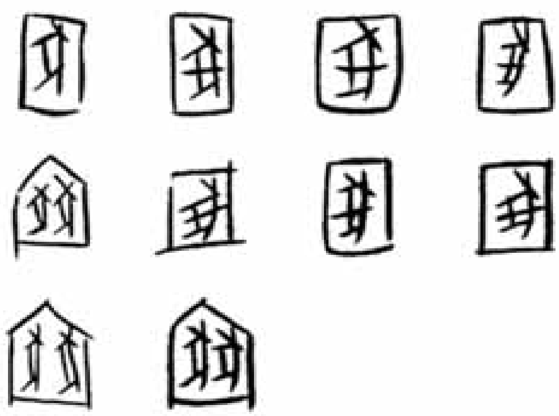
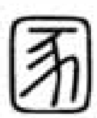
秦小篆

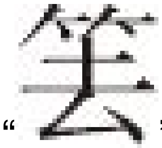


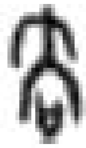
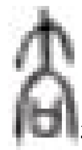
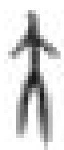
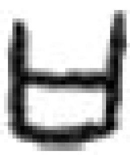
现代楷书

去

圂：『猪养在有屋顶的猪圈中。』

字体	字形
商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	 s
现代楷书	圂

来去的“来”，没有异议，是一株麦子的形象，但“去”的创意是什么，就有不同意见了。东汉的《说文解字》把此字当作从大的形声字来处理，说意义是“人相违也”。清代段玉裁解释，“人相违”是人要离去的意思，因为大是人的形象，所以是以“大”创意。这样的解释不能让人满意，有人就另为说解，以为和从竹去声的“”字同字源，是有盖子的柳条编成的盛饭器形，因声音的假借而作为离去的意义。

甲骨文的“去”字早期作、等形。如果真是篮筐的形象，哪有盖子比容器本身大上几倍的道理，出土的器物也没有这种样子的器盖。那么应该是什么呢？从字形分析，这个字没有疑问是由两个部分组成，与。“口”在甲骨文中用以表达嘴巴、容器、坑陷以及无意义的装饰符号，“大”是大人的形象。两者到底有什么关系呢？

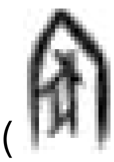
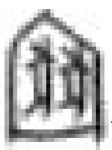
文字是为方便人们在社会中生活的需要而创造的，故人的形体、动作或表现的方式，就成为文字描绘的主要构件，而其所见的景象和器物则为次要的构件。在动物界，没有任何种属可以比人做更多的动作了。动作和作为的目的有绝对的因果关系，所以辨识动作的机能是了解古文字创意的必要手段。古文字所表现的人体形象往往是很显明的，比如辨明是正立、侧立、倒立、躺卧、跪坐、蹲坐等种种的形象。手的动作也要分辨是单手操作、双手持拿、前伸、上举、上提、下压、拥抱、捧抱、后伸、受缚、受械、互斗等繁杂的不同表现，脚也有行走、跨上、上举、下踏等种种的分别，头部则有前视后顾、上望下俯、套绳、装扮、戴面具等区别。这些都要仔细观察。

观察“去”字的字形，“大”的形象和一般的“大”有很大的差别。人正常的形态是站立的，所以“大”的脚是直立的。但是“去”字的“大”却有明显的曲折。重点是一个正面的人，脚在膝盖处有曲折，这是蹲站的形象。“去”的“口”在“大”之下，两脚之间，不会是嘴巴或容器。也不可能是无意义的装饰，因为如果它不表意，就会是“大”字。所以，此处

的“口”最适当的是表达坑陷。在我们的日常生活中，一个人需蹲立在一个小坑之上，是什么动作呢？答案很简单，我们每天都做的动作，排除体内消化不了的废弃物。所以有去除的意义，也有离去的意义。

排除体内的废物是生理的必然需要。人和其他动物一样，最先是随地解决。有了固定的家居之后，渐渐地会觉得给日常生活带来不便，也有碍观感。因此，先是在稍远的地方解决，然后进步到有掩埋的动作，然后是选个固定的地方，挖个永久性的坑陷。

当农业发展到比较高层次时，人们发觉人与猪都是杂食性的动物，其排泄物都是很好的有机肥料，就要加以收集与利用。由于猪调节体温的性能不完善，被阉割后的体能跟着衰弱，最好饲养于通风良好的干燥地方，不能任由雨淋霜冻。起码从商代起，人们就因便而将猪饲养于自己所住的有屋檐的地方，与厕所为邻，便利肥料的收集。

故甲骨文的“家”字，作家屋之下养有猪之状（）。厕所的“圂”（hùn）字就作一只或二只猪饲养在有斜顶屋檐的猪圈之状（）。汉代随葬的陶猪圈模型，也大多是有屋檐遮盖的，其他牛、羊等的牢圈就很少如此了。

〇八五

执，捕捉罪犯

执：『犯人双手上桎梏之形。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

执

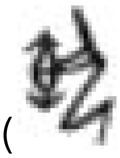
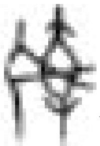
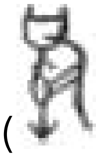
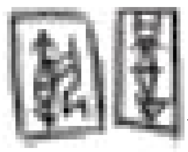
竞争是自然界所有的成员为了生存所不能不采取的手段。在寻求必要的生存物资时，当双方的利益不平衡，为了保存自己，不能不通过各种途径以达到压制对方的目的。战争是压制对方，解决争执的最直接有效的方法。在可以行动的人及动物界，用攻击的手段加以屈服、伤害对方是很平常的。就是在植物界，虽然其行动比较不明显，也有必要与其他的生物争夺生存必需的水分、阳光，以达到扩充自己生存领域的目的。最激烈的行动就是把对方消灭。总的来说，人类为了寻找食物，保护自己，以及繁殖后代，就得分别与动物和植物做不同形式的争斗。

其他的种类以消灭对方为主要的方法。人类则更为高明，还可以通过降伏、改造对方，以之服务自己，使自己过着更为舒服的生活。譬如说，人们对于动植物加以选择、改造，把野生动物驯养成家畜，把野草培养成谷物而发展农业。人类在基本上征服了他种品类之后，也不能避免地要与自己的同类起争执。从较小规模的为个人或家族的利益，逐渐扩大到部落、国家相互之间的大规模战争。最终也要走向屈服对方来服务自己的道路。

在生产效率低的时代，一个人生产的东西除了供自己使用之外，没有多少的剩余价值可以提供给他人。所以战胜者于打败对方之后，除占领其肥沃的土地，掠夺其财物外，对于敌人，或是杀死，或是驱之远离，没有加以捉拿或拘禁之必要。但是到了生产的方式已进步到有余力可以供应他人的需要时，就逐渐产生了以俘虏从事生产的念头。

周人打败商朝在中国古代的历史上是一次前所未有的大决战。根据《逸周书·世俘》的记载，周武王于克商之战役，以及所连带的对居住各地的商朝同盟小国的征讨，共砍杀了十七万七千七百七十九个人头，活捉了三十一万二百三十个俘虏。除外，还缴获了旧宝玉一万四千件，佩玉十八万件。宝玉不是军士的服装，一定是战后从一般人家搜刮来的，明白道出掠夺财物是军事行动的重要用心。

西周的铜器铭文说明，铸造彝器常是因为打仗杀敌有成而接受上级的赏赐，让后世的子孙知道祖先的荣耀。杀敌的最具体事迹就是杀馘与执讯。杀馘是砍下敌人的头，或割下其左耳；执讯是捉到投降的俘虏。被捉到的士兵是有能力抵抗的，所以要绑起来，限制他们的反

抗能力。甲骨文的“执”字，作一个人的双手被刑具铐住之状（）。有时头与手也被铐在一起（）。出土过一件商代罪犯上械具的陶塑，其刑具和“执”字表现得一模一样，前后端的三角形木块把手上的木板卡住，罪犯本人是解不开的。为了防止逃亡，更有把罪犯关在牢狱的情形（）。商代卜辞就有几次贞问犯人越狱的逃亡事故。如果不听话或有逃亡的举动，就有更严厉，对身体造成伤害的刑罚了，以后再介绍。

〇八六

讯，审问战俘

讯：『向捆绑的俘虏问讯之状。』

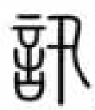
商甲骨文



两周金文



秦小篆

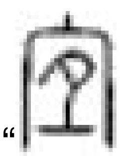
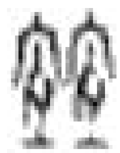
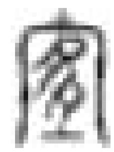
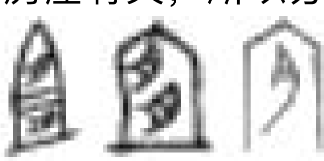

k

s

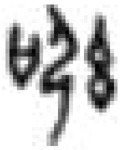
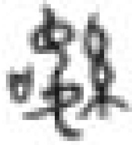
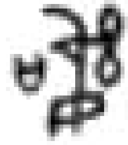
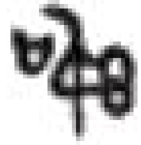
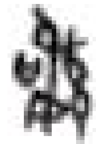
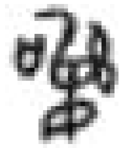
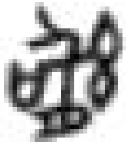
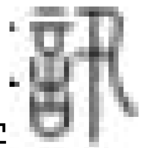
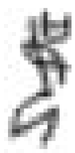
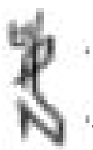
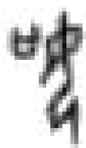
现代楷书

讯

释读古代的文献是研究古代历史与社会的首要工作。不能辨识记载的文字，就不能明了其文义，根本就不能做进一步的研究。文字在使用的过程中，受到许多因素的影响而使外形及结构都发生变化。书写的各种因素致使古今的字形形成非常大的差异，有时是面目全非。

文字的演变不外是因为自然与人为两个因素。自然的演变是无意识而逐渐的，比较多体势上的变化。但演变到了某种程度，也可能产生剧烈的变化而难以追查其源流。人为的改变是有意的，或为别嫌，或因归类，或顺应新环境、新思想而改造，比较多结构上的差异。它对探求字形的演变以及创意，都有较大的阻力，需要借助其他的材料才易辨明。

无意识的自然演变比较容易辨识，主要就从各个时代字体的因袭关系进行综合比较，从中找出共同的构件和特点，以达到辨认古文字的目的。近世发现大量的甲骨文，以及为数不少的铜器铭文、石刻、简书、帛书、盟书、陶文、玺印、钱币以及汉魏石刻、唐人书卷等等，都可以提供相互比较的资料。条件既比古人优越，当然所得的成绩也比较多。无论是自然的演变，还是因误写的变化，前后时代的字体或多或少都会留下互相因袭的痕迹，如果资料充足，就能从其中找到古今字体之间的相关线索，同时也能够帮助我们了解它们之间的发展过程。拿“宜”字做例子，《说文解字》解释：“，所安也。从宀之下，一之上。多省声。，古文宜。，亦古文宜。”因字形好像与房屋有关，所以分析为多省声的形声字。但是追溯此字的两周金文（）以及商代甲骨文（）的众多字形，可以很容易地肯定此字的创意与房屋无关，乃是表现两块肉在俎盘上之状，了解它与“俎”字同源。因为省略重复的一块肉，尤其重要的是盘子的外形又起了一点变化，所以被误会为房屋的形状。

如果字形是人为有意的改变，辨识起来就要费一些周折。甲骨文的，金文的、、、、、，看起来是同一个字的前后形状，但和后代的字找不到字形上的联系。在铜器铭文中，此字常为军事行动的结果。根据《诗经·小雅·出车》中的“执讯获丑”，就明白其意义即铜器铭文里的“执讯”与“折首”。“折首”是杀死敌人而砍下头来，“执讯”是捕捉到俘虏。原来此字是“讯”，表现一个人的手被从后绑住，而旁边的嘴巴是在向此人审问，套取资讯。明了这个字本来是表意字，后来为了容易归类，有意改为从言的形声字，才使形体完全异样。有了这种认识，也就明白甲骨文的、就是早期的写法，也是表达向两手后绑的俘虏审问资讯的意义。可能与“如”的字形太过接近，所以才改变字形为。“如”字的意义为“从随”，以“女”与“口”组合（），以妇女的言论来表达意义，妇女要多顺从长辈的指令，少表示自我的意见。

〇八七

臧，善良男仆

臧：『以戈刺瞎奴隶的眼睛，反抗能力减低，不得不顺服。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

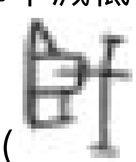
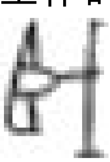
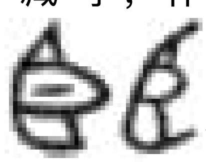


现代楷书

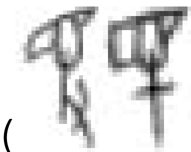
臧

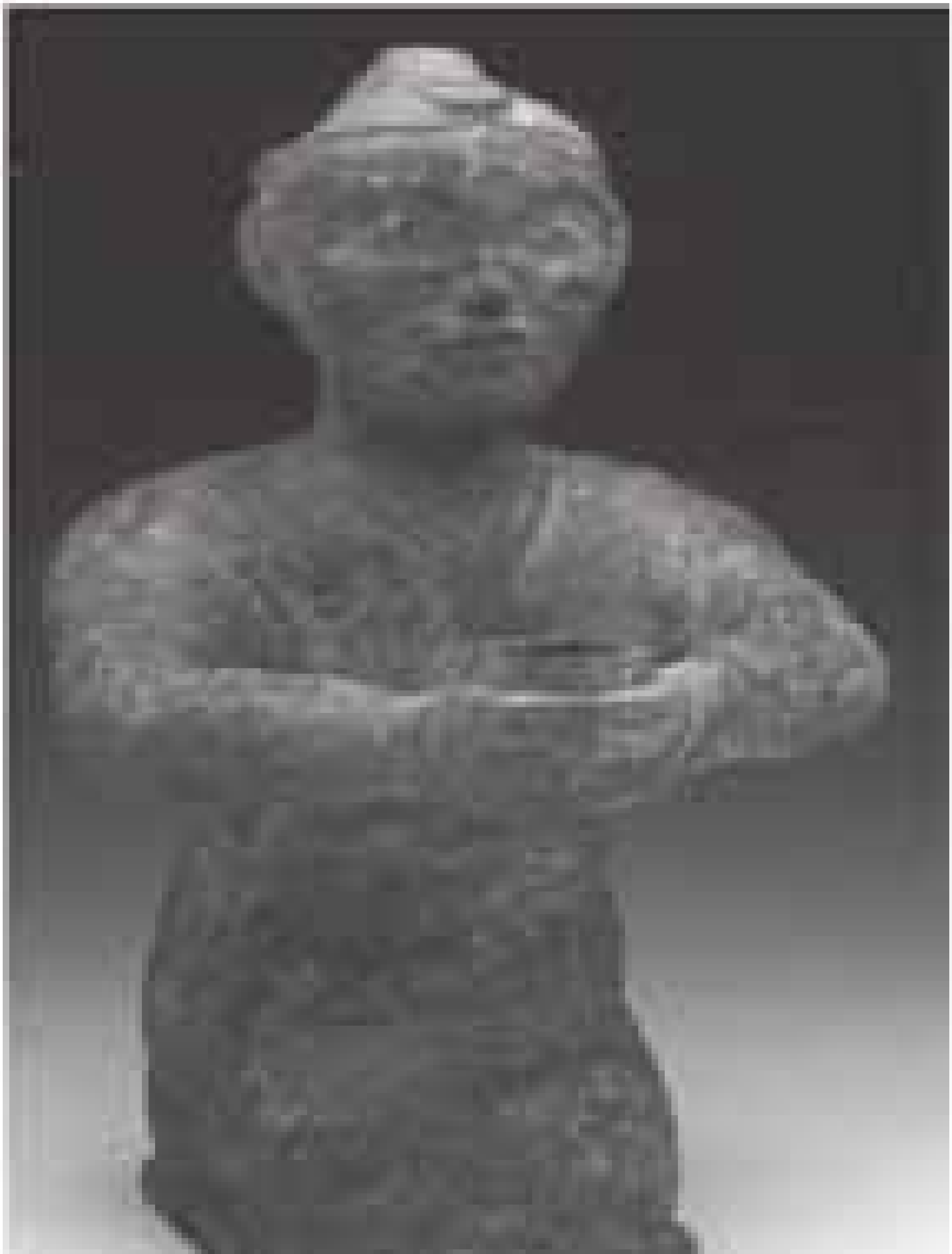
人的体力有限，要靠群众的力量才能与动物、植物争夺自然的资源。所以人很难离开团体而独自生活。生活的空间既然不容独享，就期望大家都遵循一定的生活习惯和准则，使能维持大家之间的和平和安宁而不生纠纷。此人人遵循而可预期的行为准则就是法。但是法要与罚相辅相成，才能达到制衡的目的。罚是维持法则顺利施行的手段，如果某人的行为超过社会所能容许的范围，就要接受惩罚，以为震慑之用。远古的时候，社团小，成员以亲属为多。人肯定对自己的亲人比较会给予最大的容忍。因此那时的惩罚可能只是剥夺人参加某种活动的权利，或是给予短暂的拘禁，少许肉体的痛苦。最严重的是被逐出社团之外，使之面对充满敌意的野兽和异族，难于保障生命。很少想到要伤害身体，使有永不能消失的肉体创伤。

随着社会的进步，组织扩大，生活在一起的人越多，亲属的关系越淡薄，法规也就越繁杂，制裁越严厉。尤其是生产的效率也提高了，还有余力提供他人的需求。于是逐渐产生俘虏他人以从事生产，创造财富的念头。对于被俘虏来的异族，当然会期望他们服从某些法则和习惯。如果违犯了，就比较不会慈悲而不加容情地给予最严厉的惩罚。但因人们更重视实际的经济利益，就想出了不太妨害工作能力的永久性肉体创伤以为警诫，并展示于公众之前，以收震慑之效。

权威的确立，奴隶的使用，加强了一个社会刑罚的严厉程度。法成为强者加于弱者的规定。很多本来是对付异族的严厉刑法，也慢慢会施用于自己族人的身上。如果想控制一个有战斗能力的俘虏或奴隶，减轻其反抗的能力是最要紧的事。但是如果因此又失去其生产能力，处罚的意义也就减色许多了。《尚书·吕刑》说周代有所谓“五刑”的条文三千，违犯了刺墨之刑的有一千条，割鼻之刑一千条，断脚之刑五百条，去势之刑三百条，死刑二百条。其中并无刺瞎眼睛的刑罚。但是从文字的创意却可以看出，刺瞎罪人的一只眼睛是古代常用的手法。单眼的视野不及双眼广，会大大减低战斗的效力，却不减低工作的能力。甲骨文的“臧”字，作一只眼睛被戈所刺之状（）。竖立的眼睛（）是“臣”字，表示抬头上望时的眼

睛。处在低处的下级人员，要抬头仰视位于高处的高级管理人员。因此，“臣”字有罪犯及低级官吏两个意义。其创意是由提升那些能低声下气，服从长上的奴隶，而成为压制同族的管理者来的。一个人如果瞎了一只眼睛，就会减少很多反抗的能力，这时最好是顺从主人的旨意。对主人来说，顺从是奴隶的美德，故“臧”有臣仆和良善两种意义。

“民”字同样是作一只眼睛被尖针刺瞎之状（）。“民”的意义本是犯罪的人，后来才被转以称呼平民大众。金文的“童”字则作一只眼睛被尖针所刺的罪犯，以及一个声符“东”（）。现在又加上“人”而成为“僮”字。还有“眢”（yuān）字，作一只眼睛和挖眼的工具形，表示受了挖眼之刑，独眼的视觉较差之意（）。大概受刑后心中也不免会有所怨恨吧。



图一

男仆执灯形青铜灯座

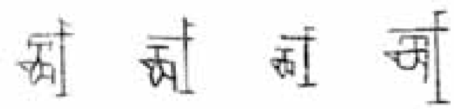
高二十六点七厘米，东周，公元前五世纪

〇八八

馘，砍杀敌酋

馘：『代表头颅的眼睛被悬挂在兵戈上之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

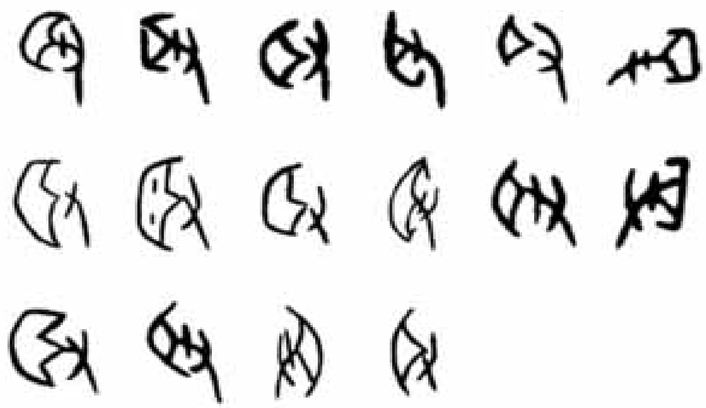


现代楷书

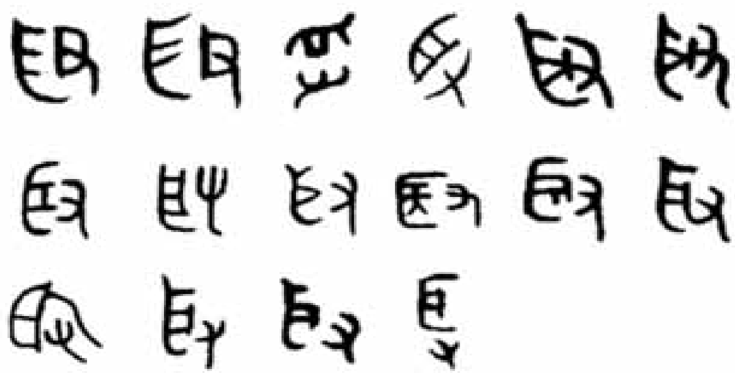
馘

取：『耳朵被拿在手中之状。』

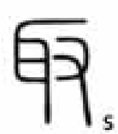
商甲骨文



两周金文



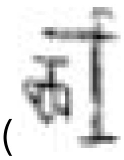
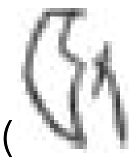
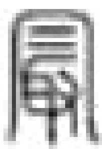
秦小篆



现代楷书

取

《礼记·王制》记载：“天子将出征，……受命于祖，受成于学。出征执有罪反，释奠于学，以讯馘告。”意思是说，战争胜利的报告要在学校举行，并把抓来的战俘及砍下的敌人头颅与左耳献上。学校是古代训练军事的所在，故要在那里献上捕获的讯与馘。军事成就是古代统治者最喜欢夸耀的政绩，所以献馘是国家很隆重的庆典。《逸周书·世俘》记载周武王于克商之后，曾在周庙举行四次献馘典礼。周王朝后来不但自己举行献馘之礼，诸侯国如果有军事的胜利，也被要求履行前来向周庙献馘的义务。〇八六一节已介绍“讯”字，是以嘴巴向一名双手后缚的罪犯审讯来创意。现在介绍“馘”字。

甲骨文的“馘”字，作代表头颅的眼睛被悬挂在戈上之状（）。头颅有相当大的重量，一人不便多带，所以只对重要的敌酋才不嫌麻烦地割下其头颅来。对于比较不重要的敌人，不妨只截取左耳以为杀敌的信征。甲骨文的“取”字，就作拿着耳朵于手中之状（）。耳朵既能被拿在手中，当然是已被割了下来。杀死敌人后还不顾危险与麻烦，割下死者的左耳，不用说目的是领赏。小篆的“最”字（）作一手摘取帽下的耳朵，也是表现战斗的最终目的是割取敌人的耳朵以便领赏。

把敌人的头颅砍下来领赏，是古代各国普遍的行为，不是中国人独有的野蛮行为。《左传》僖公三十三年就记载晋国的先轸不穿甲胄而进入狄人国界打仗，不幸败战而被割去头颅。后来狄人归还他的头颅，面容竟然还如活命时一般模样。战国时代秦国鼓励士卒杀敌，以斩首多寡定功论爵，无疑是学自甚为古老的习惯。杀敌是件值得炫耀的事，台湾原住民以前有个习俗，杀过敌人的勇士才有资格在帽子上嵌镶贝壳，也同样是表达有过杀人的战功。

为纪念杀过重要的敌人，贵族还把敌酋的形象雕琢成玉佩，以便随时展示与炫耀。图一这件用阳浮线磨雕的玉佩，主题就是一个戴高

羽帽的人头。这一件玉雕两面的纹饰相同，知是作为垂吊于腰际，两面都可展示的佩饰。戴羽冠的人像最早出自四千至五千年前浙江良渚文化的玉钺与玉琮，作一人骑在某种动物之上。骑兽者的身份可能就是王。但这件玉雕人像可不能被如此看待。良渚的骑兽者作一般人的容貌，而此玉雕的嘴巴，两旁以上卷的双钩线条表现，像是表现獠牙露齿的凶恶状。对于敌人，总是把他们塑造成不道德的形象，所以才需要加以讨伐。

自旧石器时代的晚期以来，人们就晓得借用他种东西来装扮自己，时代越晚，花样也越多。到了贫富有差距，阶级有区别的时代，人们就以罕见、难得的饰物表现其高人一等的身份。帽子经常就是最重要的地位表征。譬如北美的印第安人，其酋长的羽毛头饰就远胜于其他的成员。中国云南发现一处少数民族的崖画。其人的身子越大，其头上的羽毛装饰也越丰盛。绝大多数身子小的人，就没有任何头饰。此人的羽帽与良渚文化的骑兽者所戴的一模一样，恐怕正是东夷族长的形象。



图一

戴羽冠人头形泛白淡绿玉佩

高四点三厘米，晚商，约三千四百至三千一百年前



图二

战国铜器花纹残片

右下的人头将被割下来，中间的士兵左手悬吊一个头，其上敲鼓的士兵脚前也有一颗头颅

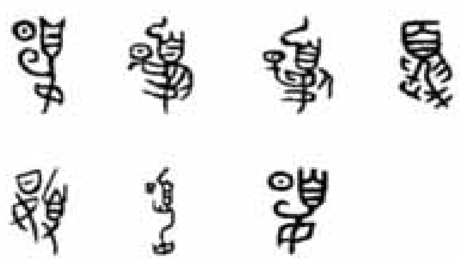
〇八九

夏，舞蹈祈雨

夏：『大概是作巫以舞蹈求雨之状。』

商甲骨文

两周金文



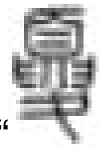
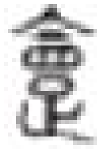
秦小篆



现代楷书

夏

闷热的夏季到底是依据什么概念创造的呢?

首先参考《说文解字》的解释:“,中国之人也。从夂从页从臼。臼,两手;夂,两足也。,古文夏。”所谓“中国之人”就是居住在中央地居的民族,有别于东方的夷,南方的蛮,西方的羌,北方的狄。这确实是古代文献常见的意义。那么,“夏”字就是描绘中国人的形象了吗?人类的外形大致是一样的,一般要靠衣着、装扮来分别不同的种族。“夏”字如果只表现有手有脚的人类,恐怕就达不到分辨人种的目的了。还有,分别中国人与其他人种的必要,应该从很早的时候就会有了,可是在甲骨文中还没有见到此字。商人自称为商,提到的其他种族,有夷、羌、土方、鬼方等多样名称,就是不见夏族、夏人一类的名字。因此,“夏”字的创意来自描绘中国地区的人种形象看起来是有问题的。

“夏”字的另一个常见意义是夏季,这是生活中必要的语词,应该很早就被创造了,但甲骨文为何还没有此字呢?

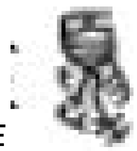
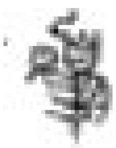
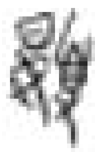
在一个以采集、渔猎为生的社会,只要略知季节,可以依之猎捕某些野兽,采集某些植物就足够了。但是到了以农为生的时代,农作物经常提早或延迟十天种植,就会导致收获的失败,有必要建立更为精确的季节以为农事作业的依据。尤其是到了政府组织严密的时代,就不能不重视时效对于行政效率的影响。所以从一个社会对于时间的重视程度,也可以判断出该社会所达到的经济和文明水平。

对于时间长度的划分,各个社会都无例外,最先只能以自然的现象作为指标,是种不规律的长度。后来人为的制度渐渐发展,就借重各种机械装置,人为地规定时间的长度而与地球每天的自转速度无绝对的联系。

商代的历法已相当进步,已知一年有三百六十五日。一年十二月,大月三十日,小月二十九日,以年中置闰的方式调整年与月的差距。对于一日时间的分段,其分段的名称虽早晚稍有改变,但大致日

间的主要段落为：旦、大采、大食、日中、昃、小食、小采或暮或昏。其定点基本上以太阳在天空变动的位置取名。此外还有不少特定的时段，如市日是每天从事交易活动的时间。晚上虽只分夕、夙两段，但因有报更的“更”字，应该还有更细小的分段。

但对于季节，商代却只分春与秋两季，与比较原始的氏族社会基于草木荣枯或谷物收获而分为两个季节，似无大差别。到了西周时代，才有春、夏、秋、冬四季。这时候才出现“夏”字，有可能就是为了这个新的划分，才有了“夏”字，所以“夏”字与夏季可能有密切的关系。

金文的“夏”字，最早作，后来慢慢加上太阳的形象而有、、等形。其重点是画出此人的脸孔与手脚的动作。早期的文字有个习惯，若是要表达贵族或巫师的身份，就画出其颜面来。夏季常有干旱之患，商代最常用以祈雨的仪式是跳舞，《周礼·大司乐》说“大夏”是古时祭祀山川的乐舞。山川是商代祈雨的主要对象，故此假设很有可能。夏季常缺乏雨水，很需要巫师跳舞祈雨，所以以巫作法求雨的形象来表现夏季的季节是相当合理的，所以特地描绘巫师跳舞的动作。

残长十一点五厘米，残宽七点二厘米，战国，公元前四〇三年至公元前二二一年



图一

木胎锦瑟巫师戏蛇纹残片

残长十一点五厘米，残宽七点二厘米，战国，公元前四〇三年至公元前二二一年

○九○

秋，烧烤蝗虫

秋：『象蝗虫形或以火烤蝗虫之状，为秋季的景象。』

商甲骨文



两周金文

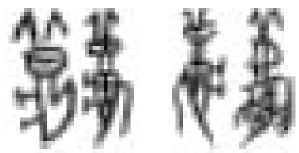
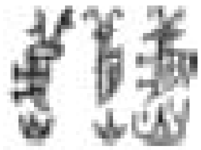
秦小篆

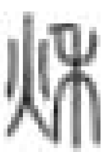
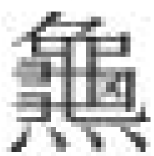
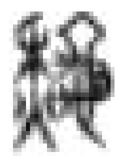


现代楷书

秋

一年四季，春夏秋冬，是大家耳熟能详的常识。但是对于天文学已有相当了解的商代，一年却只分春、秋二季。到了周代才见到四季的个别名称。甲骨文的“春”字我们已能辨识，是以声符的屯，加上意符的木、林或日等的组合，是个形声字。大致表示有充分阳光的种植季节，或树木生长茂盛的季节之意（）。那么，另一个相对的季节应该就是收获的秋季了。不过，不能简单就这样认定，凡事都需讲求证据。

甲骨文的“秋”字作一只动物的形象（），或者是这个动物被火所烧烤之状（）。这到底是什么样的动物？为何要以火烧烤之？为何可代表秋季？这些都是我们想要得到的答案。从字形看，这个动物有脚，头上有一对弯曲的触角，背上还有可飞翔的翅膀，大半是某种昆虫的形象。

能正确辨识这个字，《说文解字》的功劳很大，其解释“秋”字：“，禾谷熟也。从禾，（jiāo）省声。，籀文不省。”《说文解字》里所谓省声的说法大都是不可靠的。看起来，是因为这个字的字形和常见的“龟”有点像，因而被误会为“龟”。但是，龟和秋天没有紧密的关系，推测此字的变化，大致因为是表达收获季节的字，所以就在甲骨文的字形之上添加一个禾束的形象。但是这个由三个独立字形组合的字形又太过复杂，于是省去最复杂的动物形象而成了从禾从火的“秋”字了。或者又加上日，表示与日期有关。

这个字在甲骨卜辞中，除了表达秋季的意义之外，又用以表达某种灾难。如“今岁秋不至兹商？”（《合》24225。今年这个秋的灾难不

会来到我们的商国，是吗？），“其宁秋，来辛卯酒？”（《合》33233。将要安宁秋的灾难，在将到的辛卯日用酒来祭祀是合宜的吗？），“其告秋上甲，二牛？”（《合》28206。将报告秋的灾难于祖先上甲，使用二头牛是合宜的吗？）。

在中国的历史上，蝗虫是收获前常遇到的天然农业灾害，非常受到主政者的重视。《春秋》一书就曾记载蝗虫之灾难数十次之多，一般认为其灾难比起水旱之灾更为厉害。因为水旱之灾，多少还可以保留部分的收获，而大群的蝗虫铺天盖地地前来，整个庄稼被吃一空，无有幸存者，所以更为可怕。古人对于蝗虫的灾难没有适当的防范办法。幸好蝗虫有扑向光亮的习性，农民就烧起大火，让蝗虫自往投扑光亮的热火而被烧死。可以想见，因蝗虫是活动于秋季的昆虫，所以古人用以代表秋季。

商代只有春与秋两个季节。那么，秋季是包括之前的夏季，还是之后的冬季呢？我们现今的习惯，叙述季节的次序是春夏秋冬。可是《汉书·五行志》所记载的蝗虫灾难都发生在夏天之末及秋天之初。如果古人以蝗虫出没的时间作为季节的标示，那么，比较可能的安排就会是秋季包括之前的夏季，而春季包括冬季，与我们现今的习惯不同。秦朝及汉初以十月为岁首，即反映冬季为政府会计年度之始的习惯，因此春季包括冬天，秋季包括夏天。



图一

台湾大蝗（蝗科）

体长，雄五十至六十五毫米，雌七十五至八十七毫米

〇九一

兕，有用之累

兕：『整只犀牛形。』

商甲骨文



两周金文

秦小篆



现代楷书

兕

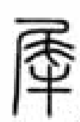
犀：『从牛，尾声。』

商甲骨文

两周金文

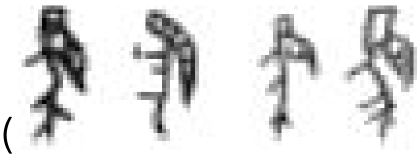


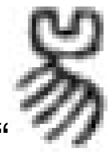
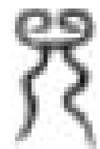
秦小篆


s

现代楷书

犀

甲骨文有一字，作头上有独角的动物形（），是常见的捕猎物，擒捕的地点有好多处。捕捉的方法有设阱、箭射、追逐、纵火等。甲骨文曾有捕获四十只的记载，十只以上的也有数次。与只捉到一二只老虎的记录相比，显然在商代这是种较易被捕捉到，且大量存在的野生动物。

《说文解字》解释“兕”（sì）字：“，如野牛，青色，其皮坚厚可制铠。象形。兕头与禽离头同。凡兕之属皆从兕。，古文从儿。”不管是小篆还是古文的字形，应该都是自甲骨文发展而来，是犀牛的象形字，后来代以形声字的“犀”。甲骨文提到兕的肤色有白及戠（zhí）。白与非洲的白犀牛色调一致，《说文解字》中的青色可能是不同观察者的描写差异。

犀牛的形体比牛大，头大，颈短，躯干粗壮，皮肤韧厚无毛而有皱襞（bì）。因品种而异，体色有微黑带紫、黄褐、青白等几种。常见的犀牛有两种：一是印度产的，体格较大而性情温顺，鼻端上长有一只大独角；一是非洲产的，体格略小而性情凶暴，除鼻端有大独角外，额前尚有一只较小的独角。犀牛独生的角与其他动物都成对的角大异其趣，故人们也于文字强调其独角的特征。

兕是生活于湿热环境的动物，现今的分布，主要在非洲中南部、中南半岛、南洋群岛、印度次大陆等地区，都是属于较温热的地带。中国在距今七千到三千年的一段时期，气温要较今日温暖，犀牛有可能在中国很多地区生息繁殖。浙江余姚河姆渡、河南淅川下王岗等六千多年前的遗址，都发现犀牛遗骨。战国时代的盔甲仍常以犀皮缝制，甚至《国语·越语》有吴国衣犀甲之士十万三千人的浮夸记载。汉代以后大概因已难见其形象，只能依据书本的描述造型，形象就大有出入，连带也产生很多神异的传说。

商人捕捉犀牛的最重要原因，应该是其坚韧的皮可以缝制铠甲。在钢铁武器充分使用前，兕铠对于青铜武器的攻击有很好的防御效能。故成书于战国晚期的《考工记》，还详细地记载其缝制及品质检验法，于《函人》篇说犀甲寿百年，兕甲寿二百年，犀兕合缝之甲寿三百年。虽不免夸张，也有基于经久耐用的事实。

除皮外，犀牛还有一样最宝贵的东西，即犀角。犀角是一束毛发硬化而成，所以没有长成如其他动物一样对称。犀角含有碳酸钙、磷酸钙、酪氨酸等成分，具有清热、解毒、止血、定惊的功效。其疗效起码已为汉代人所了解。《神农本草经》将其列入中品，是种可以久服兼治病的药材。到了四世纪，炼丹家以之与水银、丹砂、硫黄、麝香等物合药以制作小还丹，以为有助于成仙不老的效果。犀牛在汉代已比象更为罕见，以至犀角的效用被人神化，甚至以为有避尘、避寒、避水、解毒等种种不可思议的妙用。《汉书·郊祀志》记载王莽时以之和鹤髓、玳瑁等二十余物，煮之以渍泡种子，希望吃其长成的谷粒以成仙。



图一

莲花形犀角杯

高十点五厘米，口径十九点五厘米，明代，公元一三六八年至一六四三年



图二

商后期青铜犀尊

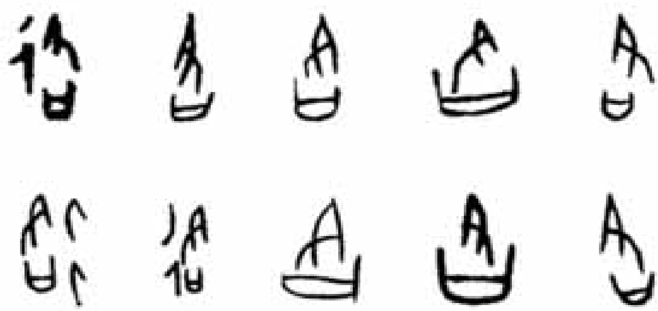
高二十四点五厘米，公元前十四世纪至公元前十一世纪

〇九二

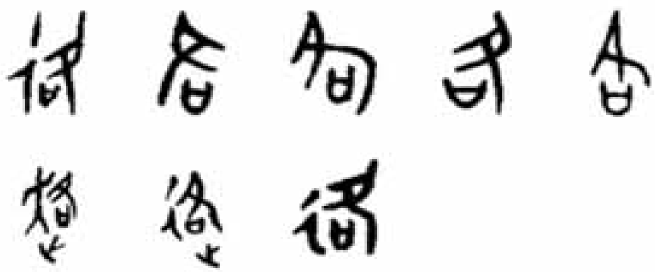
各、出，进出睡窝

各：『一足步入半地下式穴居。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

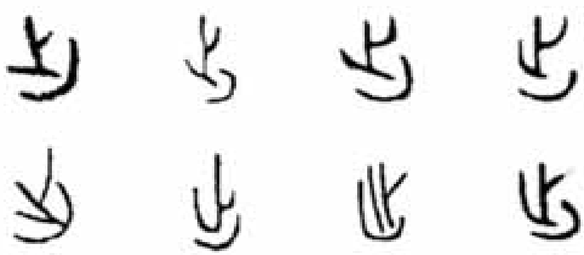
各

出：『一足步出半地下式穴居。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

出

举凡动物，都需要有睡眠以恢复体力的时候。这时候防御外敌的能力最差，需要建构或寻找一个安全的地方睡觉。有些动物有天赋的能力，能够利用材料建造安全的居所。但人类还在猿人的阶段时，并无能力选用材料建构自己的家，也和大部分的鸟兽一样，要借用天然的洞穴或大树栖身。这两种方式都不尽符合人们的需求。所以当人们制造工具的能力越来越高明时，就开始使用工具修建自己的住屋以遮蔽风雨，防范野兽的侵袭。

长江是中国南北的自然分界，江南和江北的气候条件一直有着显著的差异。在商代以前的几千年间，为适应此种自然条件的差异，人们就发展了两种基本的住家形式，一是华北的半地下穴居发展起来的，一是华南高于地面的干栏式建筑。

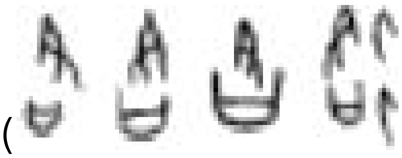
就营建的技术看，最容易修建的住所是不必筑墙的地下穴居，只要向地下挖掘就可以了。就效用说，它也夏天凉爽而冬天可避风刮之苦。因此和其他民族的早期住所一样，华北也发展了半地下穴式的家居，以适应冬天风寒的气候因素。尤其中国华北，不少地区是黄土所堆积而成。黄土土质疏松，孔隙度高，加上土质的垂直毛管性能发达，每每形成陡直的结构，易于向下挖掘。而且黄土颗粒有轻度胶结性，干燥时不容易发生崩塌。那时的气候虽然较今日温湿，但对挖土不深的穴居来说，也不至发生崩塌的危险。

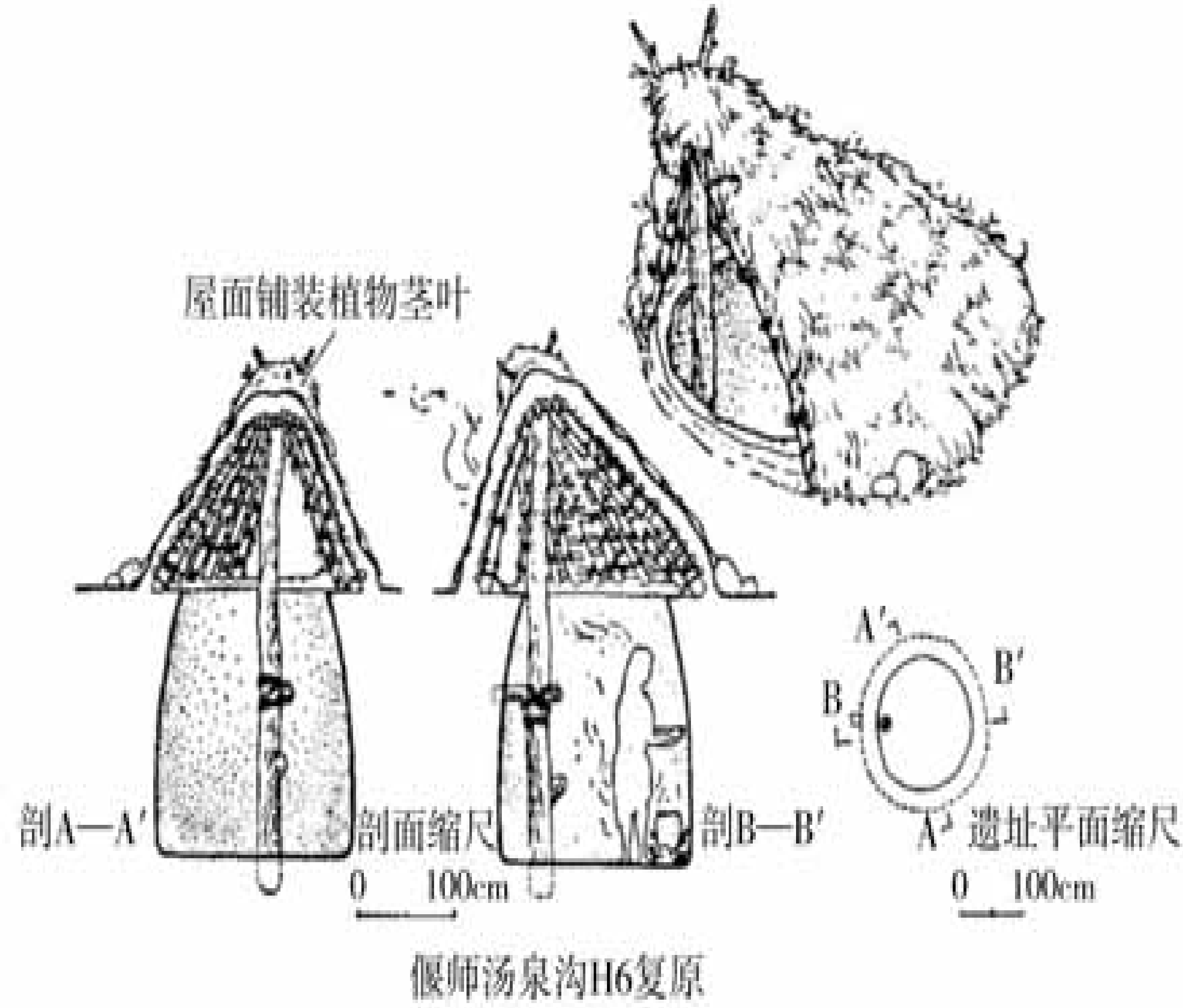
就技术面说，挖掘圆形的洞穴也要比矩形的容易些。因此在发展的程序上，圆形的一般要早于矩形的。譬如，经常做移动的游牧民族喜欢采取构筑较省力的圆形穴居，而定居的农耕民族则多采取矩形的形式。

中国比较早期的穴居，可以河南偃师汤泉沟的圆形地窟为代表（如图一）。其深度超过一个人高，用木柱架设屋顶以遮风雨。更早的或只加盖，可开阖以进出，并防野兽侵扰。为便利进出，就在木柱上捆缚几道脚踏的木梯以便攀缘上下。有些只在地穴的坑壁挖刻方便出入的脚坎。所挖地穴的面积也越来越大，但深度却越来越浅。于是人们就构筑出入的斜坡，可步行出入而不必攀缘东西以上下了。

房屋本是少数人避风雨、防野兽之短暂休息所，场地小。有些房子的面积才三到四平方米而已，只容一二人栖身。它没有足够的空间让人在里头烧食物，遑论其他的活动，一般只有在需要时才进入。随

着人们定居时间的增长，构筑技术的进步，家庭结构的变化，房子就越建越大。八千年前的圆形房子，直径才二米多。到了六千多年前的半坡村落，矩形的一般有二十平方米，圆形的直径约五六米。但少量大型的房子达到一百六十平方米，应该是公众的聚会所。恐怕要等到东周时候，人们才普遍住于地面的房子。

在商代，除了贵族及手工艺人，大部分的农民还是住半地下式的房子。故甲骨文的“各”字，意义为来、下临、下降，作一个脚步踏进半地下式的穴居之状（）。“出”字则相反，作一脚步踏出穴居之状（）。充分表现一般人生活于半地下穴居的习惯。



图一

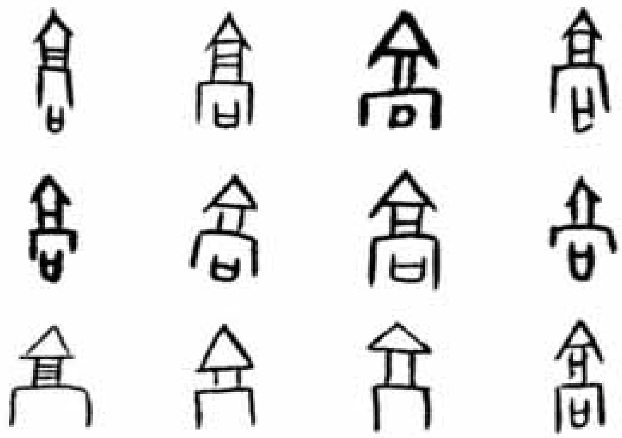
仰韶文化早期的圆形半地下穴式房子复原图

○九三

高，高耸房屋

高：『象高大建筑物之形，口为填白。』

商甲骨文



西周金文



秦小篆

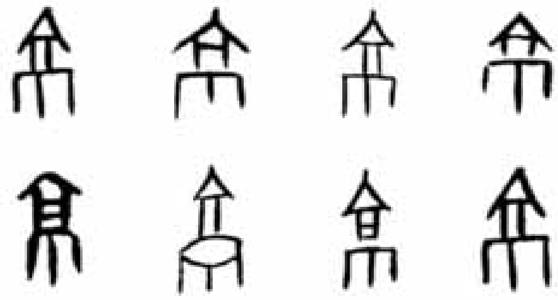


现代楷书

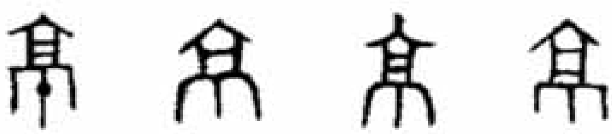
高

京：『象建于干栏上的高楼形。』

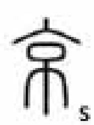
商甲骨文



两周金文



秦小篆

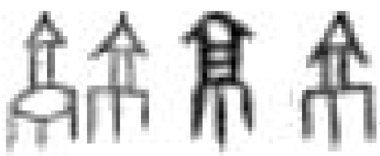
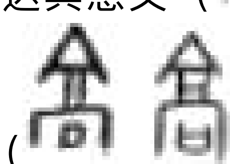


现代楷书

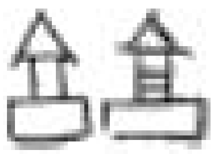
京

中国华北地区，属干燥气候，可以采用向地下挖掘的简单方式构筑穴居。但是华南地区，属温热潮湿的气候，在六千到三千多年前之间，其年平均温度比现今高出二摄氏度以上。人们不利于长久在潮湿地面睡卧，只好发展高难度的地面上的干栏建筑。干栏建筑有可能发展自栖身树上。它是先在地上竖立多排的木桩，然后在木桩上铺板、设廊、架屋、盖顶、分室。如六千多年前的余姚河姆渡遗址，在背山面水的地点竖立了十三排木桩，可以复原为带前廊的干栏式长屋。其形状可能像汉代的陶明器房屋模型（如图一）。

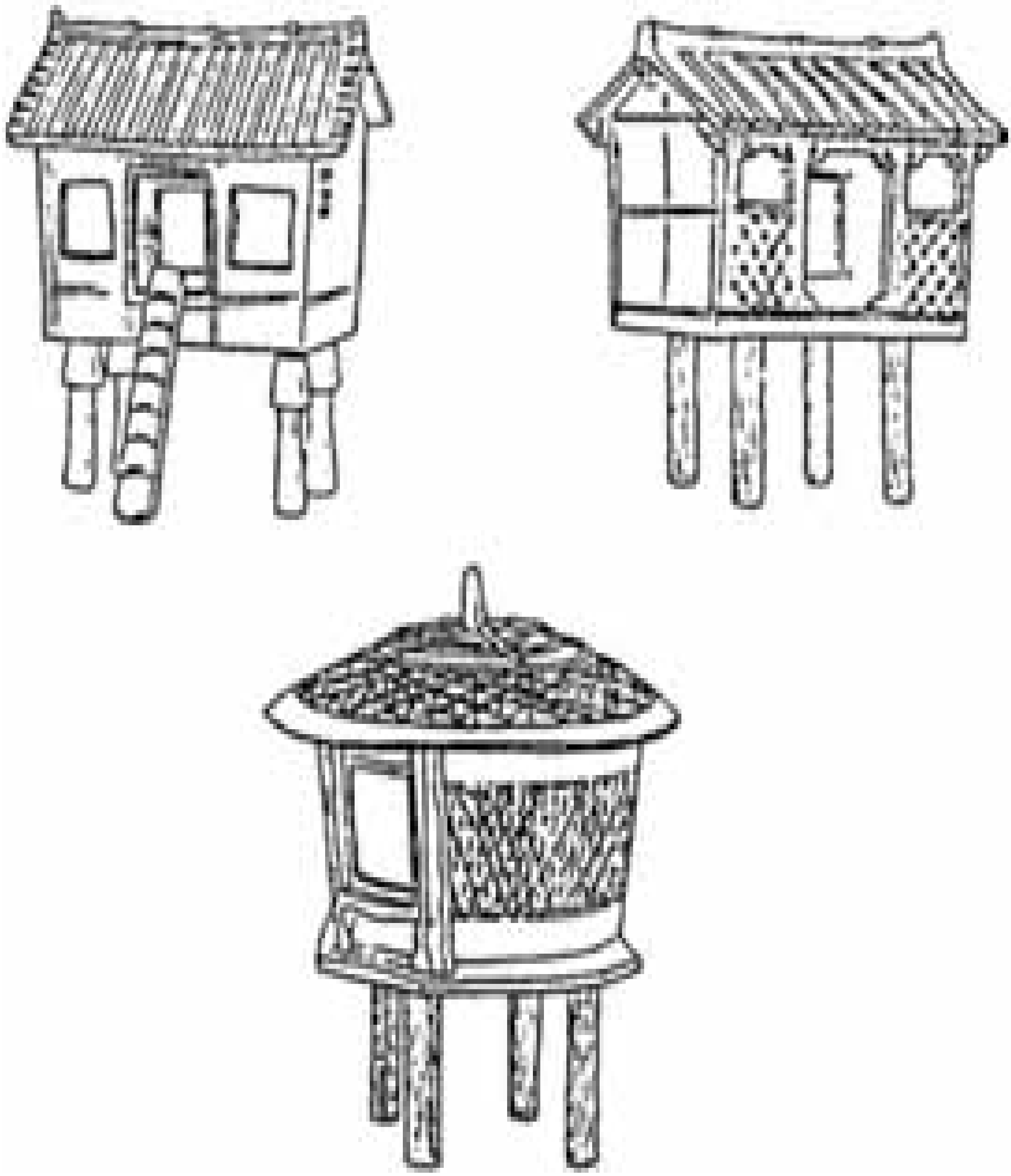
干栏式建筑比地下穴居的构建大大费工和费时，大多发现于华南各省，显然是为了适应多雨燠热的气候，不得不以干栏的方式来隔离潮湿的地面以方便生活。后来气温渐降低，雨量也减少，人们也废除搭建干栏的麻烦，将房子建在地面上，于是就在屋里架设高于地面的大床铺，以为睡眠、休息、活动之用。虽然从外表看不出是干栏式的建筑，其结构却与干栏式并无二样，以前台湾的建筑就是这种房屋的变化形式。不但是居处，就是墓葬的构筑也反映它们地理环境的差异。华北地区都采用竖穴形式，即向地下挖洞，埋尸其中，一若居住半地下穴式房屋。华南则陈尸地上，封土成墓冢。尸体下也常铺有石块以隔绝潮湿，一若在干栏上生活。

干栏式的房屋表现在甲骨文的“京”[1]字上，作一座在三排木桩上修建的斜顶建筑物形（）。在华北地区，建于干栏上的房子自然要比建在地面或穴居的高耸，所以高耸的建筑物就叫作京。政教中心的地方常有高耸的建筑物，故称为京都。甲骨文“高”字与“京”字的结构类似，也以高耸的建筑物表达其意义（），但不是建筑在干栏之上，后来增加的口（）的部分，大致是无意义的填空。高楼不但可以防湿、防水，居高临下，也便于侦察、防御，而且远远就可望见，能提高统治者的威势。东周到汉代的君主迷信神仙的存在，为了更接近天上的神仙，楼台就越建越高，

《史记·封禅书》记载汉武帝为亲近神仙而大建高楼，有达到一百米高者。木构建筑不能承受如此高楼的压力，那是建筑在呈阶梯状的土层上，每阶梯只建一层。这种高楼的建造费高，但都是取自老百姓，所以常以高楼联想及暴君。

华北在古代比今日温湿得多，半地下的穴居不免也有潮气，也不利长久的居住，因此人们就做种种的防湿设施。最先是用火烧硬地基，接着用蜃灰铺涂地表以吸收潮湿，最后是使用费工的夯打方式使房基坚实而不透水。商代已比较常用这种夯打的方式建造尊贵者的房子。只有贵族才有资力用夯打的方法修建房屋，且必是较大型的、特别的建筑物才用。故甲骨文的“享”字，作一座斜檐的建筑物立在高出地面的土台上之状（）。“享”有享祭的意义，一定来自它是种祭祀鬼神的庙堂建筑，而不是一般的家屋。祭祀在古代是国家最重要的施政大事，祭祀的场所也往往是施政的地方，当然会不惜工本，用最费工的夯筑方法修建。

注释



图一

华南地区干栏式房子的模型

注释

[1]“京”字在〇四七一节亦做过介绍。——编者注

〇九四

牧，饲养牛羊

牧：『手持牧杖导引牛羊之状。』

商甲骨文



两周金文

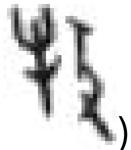
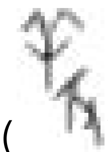
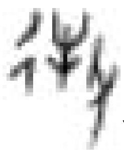
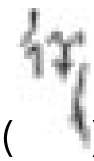


秦小篆



现代楷书

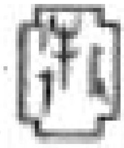
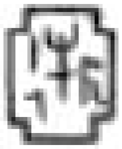
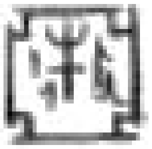
牧

“牧”字的意义，《说文解字》的解释是“养牛人也”。但是在甲骨文中，“牧”字有四种不同的结构方式：一是我们现在使用的字形，作一只手拿着棍子一类的工具在驱赶一头牛之状（）；二作一只手拿着棍子在驱赶一头羊之状（）；三作手持杖在行道之旁驱赶牛之状（）；四作在行道之旁驱赶羊之状（）。对于这四种字形，我们起码想知道，哪一个是最早的字形？为什么后来只留下目前从牛从攴的字形？

字的创造可以反映一个时代的状况。先有牛或先有羊的字形，就可能反映某地区家畜饲养的先后次序。至于有无行道的符号，也反映饲养的规模问题。有行道的可看成已不是大规模的专业经营，而是农业为主要生产的业余副业而已。所以进一步地探讨是有必要的。

想探讨字形的早晚，文字本身使用的时代是很重要的依据。一般的原则是，文献的时代比较早，其字形的使用也就比较早。可是这四个字形都出现在甲骨文的最早时代——第一期。所以要另外想办法解决这个问题。

在谈文字字形演变方向的时候，文献的性质也是非常重要的依据。具有官方性质的文字比较因谨慎而稳定。铜器上的铭文是贵族为夸耀本身的功德而慎重铸造的，也希望别人看得懂，所以不随便省简字形。又同是一件铜器上的文字，族徽的部分，一般要较铜器铭文的部分繁复而逼真。因为族徽是代表社区群体的符号，随意变动不但得不到别人的认同，甚至有可能遭受处罚。民间日常的实用性文字就较没有这种顾虑，故而较易轻忽，或为便利，省减字的部分内容而起变化。族徽文字不是应对日常生活所需，较易保存书写的传统。学者也因铜器上的族徽所描写的物体形象比甲骨文的字还要写实些，故普遍认为它们要较甲骨文的字形原始。故有人在讨论字形演变的趋向时，

就把它们列在甲骨文之前。目前发现在亚内的三个族徽符号、、，“牧”字都作在行道之旁放养牛之状，大致可认定有行道的字形较为正式，没有行道的是后来省略的字形。饲养牛羊既然是在行道之旁，就表示那不是大规模的专业放牧，而只是农作之余的副业而已。结论是，创造“牧”字的时代农业已经成为生活的主要方式，不是更早的逐水草的放牧时代了。

农业与畜牧虽有相辅相成的时候，基本上是相互矛盾的。发展畜牧业就会让牧草占有耕地，而发展农业就要尽量开辟草原、山地为耕田。因同面积的土地，生产粮食比饲养家畜可以养活更多的人口，所以在人口的压力下，如果气候、土地等条件许可，需要牧地的畜牧业就会被农业所取代。后代贵族的打猎，常是驱逐野兽以保护农作物的业余活动，所以方正的农田之形的“田”字，意义是打猎。再者，牛与羊因躯体大，供肉多，在春秋时代以前是重要的肉食供应。但到了春秋时代，牛就成为拉犁耕地的主要劳动力，不再是一般人的食品了。羊则根本失去其为重要家畜的地位，只利用不能生产农作物的地点才加以饲养。所以表现在文字上，“牧”字就只剩下以手持杖驱赶牛这一形了。

○九五

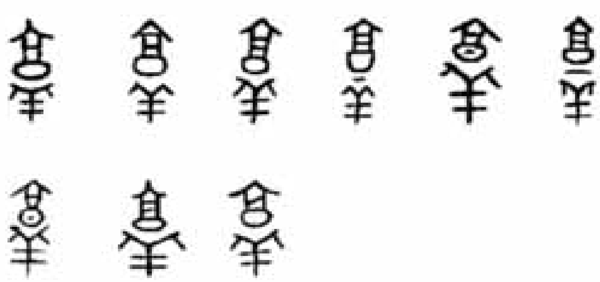
敦，炖煮稀烂

敦：『羊于宗庙前，表现出发攻敌之前以熟羊供祭于宗庙前之习惯？』

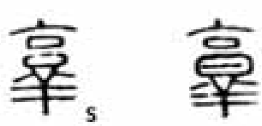
商甲骨文



两周金文

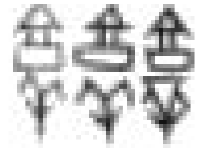
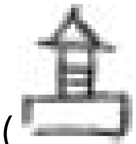
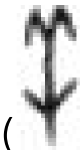


秦小篆



现代楷书

敦（𦏧）

甲骨文有一个字由两个部分组成（），上头是个“享”字，下边是个“羊”字，意义是敦伐他国。“享”字作一座斜檐的建筑物建立在一座高出地面的土台上之状（）。因为这是享祭鬼神的高级建筑物，不是一般的家居，所以“享”有享祭的意义。“羊”字则是一只羊的头部形象，在中国人居住的地区，下弯的角是羊的特征，所以用头部来表达羊的种属（）。这两种东西似乎和争伐的意义无关。《说文解字》给予这个字的意义是孰（熟），或粥。粥是种把米粒煮至稀烂的食品，孰（熟）则是把食物煮得熟透。看来，此字的重点是把食物煮得熟透、熟烂。那么，为什么甲骨文使用的意义是征伐呢？一个可能是借音，和创意完全无关。一个可能是供奉熟羊是征战前的一种仪式。目前的文献尚无法证实商代有这种习惯。可肯定的是，此字的创意与羊的烹煮一定有关。

从有史的阶段以来，在祭祀的仪式中，牛的级位比羊要高。如果争战之前需要供奉牺牲，应该不会只使用羊牲。比较可能的是，羊在烹饪的时候需要有异于其他动物的做法。在有关食物的品味方面，家畜里好像只有羊被作为造字的题材。“鲜”字，《说文解字》以为是从鱼的省声形声字。《说文解字》省声之说大都是有问题的，此字大致是以鱼和羊都是有腥味的食品表达意思。“羴”（膻）字，羊臭也，以三只羊表现羊很多时候有强烈的特殊膻腥味道。

人类很早就驯养绵羊，依据遗址的现象，中亚在一万一千年前就已驯养绵羊了。大半绵羊没有什么抵抗力，容易被人们所生擒，其性情又温良，喜群居，可以放任找食，不必特别准备饲料及费力加以照顾，非常方便饲养。但在中国，羊恐怕不是很早就被驯养的家畜品种。虽然公元前六千多年的郑州裴李岗遗址已见陶羊及羊的遗骸，但在经营农耕的主要区域，六千年前或更早的遗址里，出土的骨骼大都以猪、犬为多。到了龙山文化时代才有较多量的牛、羊骨骼。

至于中原以西、以北的半干旱地区，自新石器时代以来一直是牛、羊的骨骼多于猪、犬。显然中原地区羊的饲养，是受游牧地区的影响。在公元前八九千年时，由于气候的因素，华南较有人迹。那个地区气候温湿，适宜猪、犬活动，故先有猪、犬的饲养。华南的人们北移经营农耕，也把猪、犬带去，华北才有多猪、犬而少牛、羊的现象。

牛的皮坚韧，一般作为皮革的材料，不会用来作为食品的材料。但羊的皮比较单薄，不是很好制造皮革的材料。但如果加以长时间的慢火炖煮，羊皮也可以软化而被食用。在食物不是很充足的古代，不失为充分利用食材的办法。这可能就是古代处理带皮羊肉的一贯做法。羊肉不熟透就不好消化，不能拿来敬神，所以献祭于神坛之前的羊肉一定是煮得很熟烂的，因此用来表达熟透以及糜烂的意义。

〇九六

孝，有孙承欢

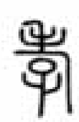
孝：『老人以手搭在小孩头上之状，表现慈爱之意。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆



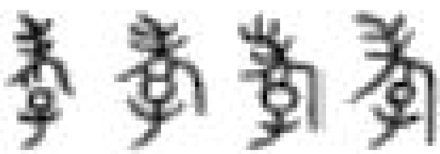
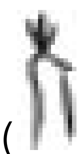
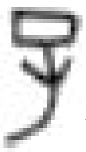
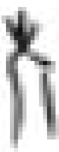
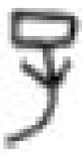
s

现代楷书

孝

从西周时代开始，中国就有一个很重要的教育主题，即孝道。孝道也是儒家治国平天下的一个很推崇的功夫。“十三经”中有《孝经》，历来很受帝王的重视。从《论语》可以看出儒家所谓的孝道包含甚广。对于亲长，不但生前要奉养，秉承其志，就是人死了，也还要不改其志。一个人如在家里绝对服从尊长的指示，到社会上自然也不敢犯上作乱，当政者比较容易管理，故为政治家所喜爱。

尽孝道是周代铜器铸造的一个很重要目的，是周王室强调宗法制度的一个措施。东周时代王室的控制力衰退，铸造铜器时就不再强调孝道了。西周铜器铭文所要尽孝的对象是前文人、神灵、祖考、大宗等已过世的神灵，还有宗室、兄弟婚姻诸位老辈等在世的人。孝的范围由对祖先的崇拜扩充到善事父母，再从善事父母扩充到友爱兄弟、供职的长官。孔子学派对于孝道的阐述，可以说就是源于封建社会要求子弟绝对服从长上的教育。

孝是人类社会为达到某种目的而发展起来的抽象概念，那么“孝”字是基于何种事物而创造的，也不失为有趣的问题。“孝”字首见于金文（），由两个构件组成，“老”（）与“子”（）。“老”（）是描写一位长头发而持拿拐杖的老人。脚的老化是老人第一个察觉到的现象，开始要借用拐杖走路，所以用人持杖走路表达年老的意义是很容易了解的，在学术界没有什么异议。“子”（）则是一个出生不久，两脚被衣物包裹起来的小孩形象。这时小孩头的比例比一般成人大得多，所以把大头的特征表明出来。这个解释学界也没有异议。但是一个老人和一个小孩，如何得出孝顺的意义呢？

“孝”绝不是个形声字，因为“老”与“子”的读音都和“孝”的读音不同类，所以一定是表意的字。从字形看，“老”与“子”的位置有一定的配

置，不可以随意地书写、变更。看来“孝”的各个字形都表现出老人以手（连手指都画了出来）搭在小孩子的头上之状。

《孟子·离娄》有“不孝有三，无后为大”的话语，充分表现没有子孙在中国有史的时代是种很严重的缺憾。其实其他的社会也都有相同的观念。自有文字记载以来，中国一直都是父系社会，以男孩为计算子息的成员。这种观念在商代的卜辞中表现得很明显。当问及生男还是生女时，男婴称为嘉，女婴就称为不嘉。

如果没有子嗣是最大的不孝，那么相对地，有了子嗣就算是最起码的孝了。有了男孩的出生，家族才可以传承下去，所以男性子孙才重要。字典里有个“拐子头”的词，解释是“小孩，因老人需孩子扶行，其作用如同拐杖”。老人要扶着孙子的头走路，一来借以保持身体的平衡，二来也可能表现老人关怀孙儿之情。三四千年前应该也有这样的需要，让老人有个孙儿可以解闷、做伴。看来“孝”字没有其他的创意。商代还没有“孝”字，恐怕是因为孝道势在必行，没有向鬼神请教要不要孝顺谁的问题，所以不见于卜辞，而不是商代的人不讲求孝道。

〇九七

蝉，躯体换新重生

商甲骨文

两周金文

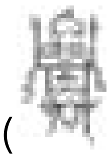
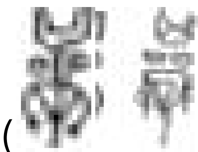
秦小篆



s

现代楷书

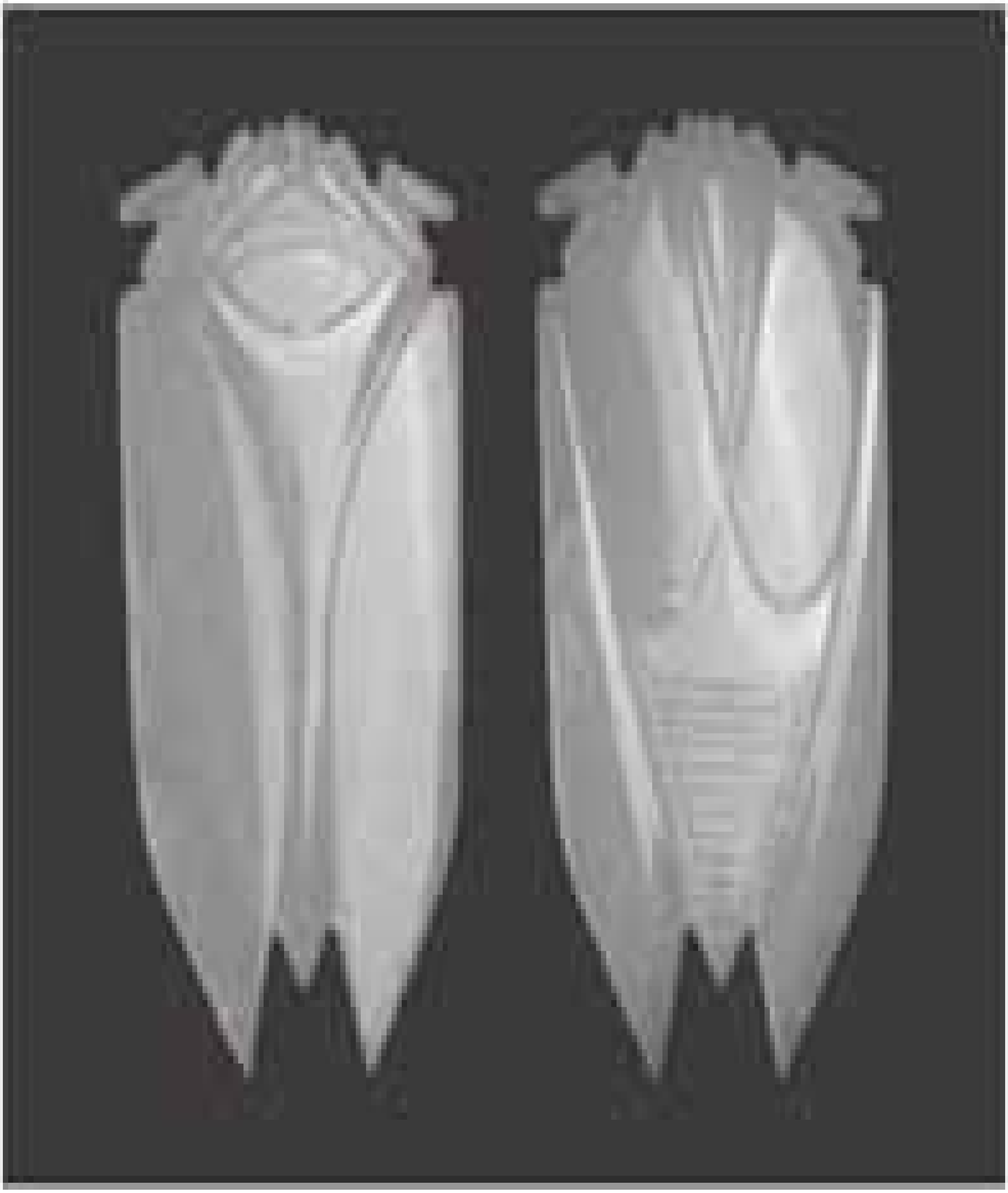
蝉

“蝉”字可能早期以象形表达，铜器的族徽图形（）或有可能就是蝉形。甲骨卜辞有方国名（），可能就是它的一般书写形式。（《合》33041、33042）不知何时改换为从虫单声的形声字。蝉的形象在图一这块莹润的玉雕中清楚地表现出来：左边是背部，右边是腹部。这件玉蝉的头部前端作山形交叉如丘字状，口呈锯齿状，眼睛圆鼓而外凸，翅翼外直而内弯曲至端部成尖峰状。腹部的尾端也缩成尖峰，并用十二道横的阴线把能够伸缩自如的腹部非常写实地刻画出来。这个时代的玉蝉，有时只作轮廓的边缘和背脊的高度简化形象。或已格式化，以二道直画、二道斜画和四道短横画来表现两片翅翼与尾部。两汉时代，玉蝉的出土量非常多，长度大都在五至六厘米之间，发现于死者口中，作为塞七窍或九窍之一的器物。为了防止死者的精气外泄，人们用玉块把人体的孔道塞住。除了玉蝉，其他部位的塞子都没有雕成具体的动植物形象。为什么会如此做？只因宽扁的舌头形状与之相似吗？或别有意义。为什么南北朝以后又逐渐消失？

蝉的种类繁多。成蝉的体长在二到五厘米之间，大蝉每年仲夏出现。因没有明显的用食动作，故有人以为蝉以露水为食物。蝉之幼虫入土变成蛹，筋骨强壮后从土中钻出。幼虫要经过数年的时间，数次的脱壳，才可以达到成虫的阶段。蝉常栖息于阔叶树上，平常不鸣不叫，在求偶或危险时才会有声响，人们早已注意到它的出现。除了聒噪的雄蝉鸣声点缀酷暑的季节，以及名为蝉衣的壳可以入药，用于治感冒发热、咳嗽、音哑等症状外，蝉似乎和人类的生活没有太大的利害关系。一般说来，某东西会被取为某种意义的象征，必然有其合于逻辑的原因。在西汉晚期之前，玉蝉出土量不多，东汉以后又很快消失。早在五千年前的红山文化时代就已出现玉蝉。早期的玉蝉大都有贯通的穿孔可以佩带。到了商代才发现有口中填塞玉蝉，和汉代的用法一致。蝉纹是商代及西周常见的装饰图纹，应该和早期的信仰有关，到了汉代才特为强化而已。汉代文物表达的最强烈的信息是神仙世界，以及长生不老的希望，可能就是使用玉蝉口琀的原因。

生物都有生老病死的荣枯过程，各民族也都有谋求解脱此困厄的行为与希望。死是不可避免的，但千年莲子可以再发芽，人的灵魂也可以再生。汉代有神马载运灵魂早日去神山的信仰，也有借蝉的脱壳表达让老弱的躯体转化新生的希望。中国古代的文学作品里，好像到了汉代才以蝉的脱壳现象比喻脱胎换骨、破旧立新，进入更高的人生境界。《史记·屈原贾生列传》以“蝉蜕于浊秽，以浮游尘埃之外”之词赞美屈原。《文选》夏侯湛《东方朔画赞并序》更有“谈者又以先生嘘吸冲和，吐故纳新；蝉蜕龙变，弃俗登仙”的话语。为来生谋求幸福的观念老早就有了，故而有丰盛的随葬品。汉代的人既然特为信仰神仙，不妨生前以玉蝉作为佩带或玩好物，死后以之作为填塞嘴巴的口琀，希望躯壳虽灭亡，灵魂却可脱离之而进入另一个令人期待的快乐生命。东汉以后，魏文帝不许盛葬，以九块玉填塞九窍的习惯消失，大概就改以饭团替代玉蝉了。

长五点七厘米，宽二点九厘米，西汉晚期，公元前一世纪至公元一世纪



图一

和田白玉蝉

长五点七厘米，宽二点九厘米，西汉晚期，公元前一世纪至公元一世纪

〇九八

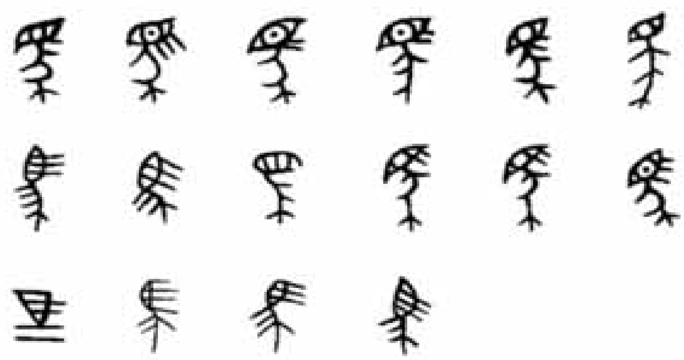
马，因何驯养？

马：『马的形象。战国时有只剩头部的，因为马头形特殊。』

商甲骨文



两周金文

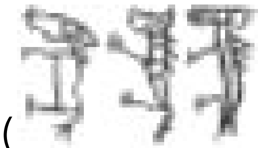


秦小篆



现代楷书

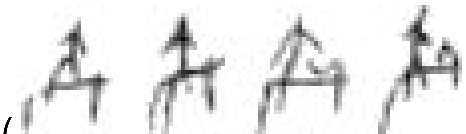
马

甲骨文的“马”字很容易辨认，作张口嘶叫，长髦奋发，身躯高大，健蹄善走之动物形（）。商代以来虽然已经历三千多年的变化，今日的“马”[1]字还保留长脸、长髦及四腿奔跃的气魄。

马是大型的哺乳动物，它的感觉器官发达，眼睛位高，视野宽阔，记忆力、判断力强，方向感也极正确，加以力大善跑，是非常有用的牲畜。但是马的性格不羁，很难驯服控制，故不论中外，在常见的家畜中，马都是最晚被驯养的。中国传说在四千多年前的夏禹时代，用马取代牛去拉车。这个年代与发现马家养的最早遗址——山东章丘城子崖的龙山文化遗址年代相近。看来是相当可信的传说。

经济的利益是人们驯养家畜的最大动机。马肉的供应是首先可考虑的。但从商代的祭祀卜辞，可以明白看出牛、羊、猪、犬是常见的，就是没有马。人们在意识到有鬼神的存在之后，自然要想办法加以取悦，以期降下福佑，起码也不要降下苦难来，因此产生祭祀的行为。神灵既是人们想象的东西，自也离不开人的欲求和需要。举凡人们喜好的东西，诸如美酒佳肴、音乐歌舞、车舆、贝壳宝玉等，都在供奉之列。商代不以马供应祭祀，就反映了商代不吃马肉。大致也可猜测初始的驯养目的不在于肉的供应。马的皮毛也没有明显的特殊用途，所以应该是另有需求。

有些人以为《史记·赵世家》记载赵武灵王于公元前三〇七年开始胡服骑射以对抗游牧民族，是为中国单骑之始。但是浙江余杭出土的约四五千年前良渚文化的玉钺与玉琮，都刻有同样的图纹，上半为戴羽帽的神人像，下半为野兽的形象，如图一所示。戴羽帽的神人双手下按兽首，看似骑着的样子。

骑野兽的图案在早期社会可能有携带灵魂上天的意味。但也许后代的贵族认为跨脚上马的姿势不高雅，并非一般情况下所宜采用。因此，很可能只流行于下层的武士之间。而赵武灵王以一国之尊，亲自跨马骑射，非比寻常，才会被郑重地记载下来。甲骨文的“奇”字，就作一人骑在动物身上之状（）。骑马只需一匹马，不像马车需要两匹或四匹，故“奇”字有单数的意义。

马车已多次见于商代的墓葬，结构已相当进步。如果以商代马车的精美情况去推测发展所需的时日，传说的四千多年前的夏禹以马代牛拉车该是近于事实的。这与马被家养的时间较之牛为晚的事实也相应。

马车的应用恐怕也有时机上的原因。其发展的主要目的可能不是货物的输送，而是军事的需要。四千多年前是战争规模扩大，接近建立国家的阶段。早期的车舆很小，装不了多少东西。路况不佳，不宜做快速奔跑，再加上重心高，易翻车，君王冒险乘坐它，很可能是为了取得高度机动性的高台，一如戴高帽，以利指挥大规模的战争，让战士易于接受指令。活动高台比单骑更有迫切的军用利益，所以驯马最可能是出于利用马的力气机动性拉车的军事需要。



图一

注释

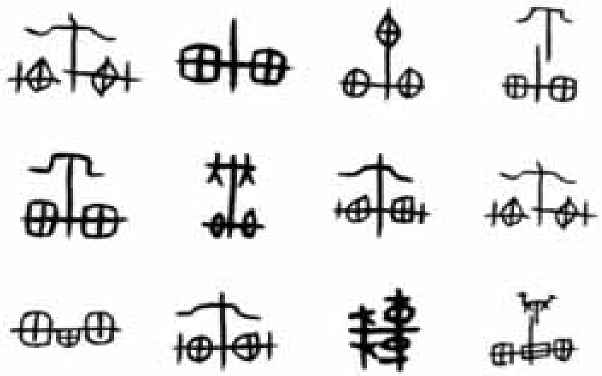
[1]“马”的繁体字为“馬”。——编者注

〇九九

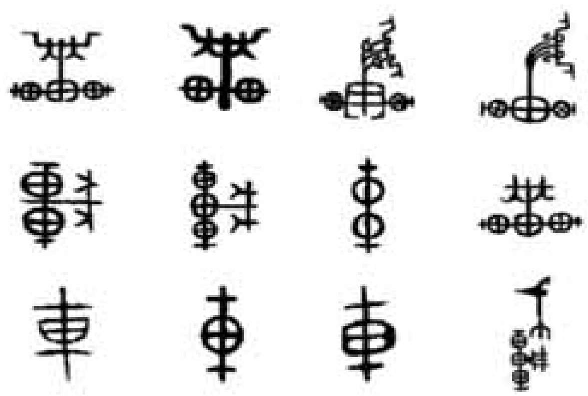
车，移动高台

车：『作车子整体的形象。常简省部分。』

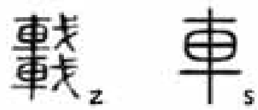
商甲骨文



两周金文

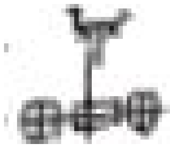
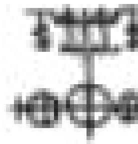
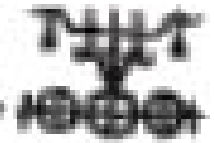
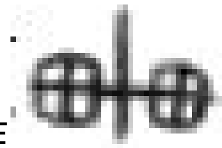
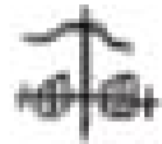
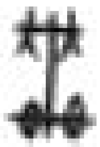
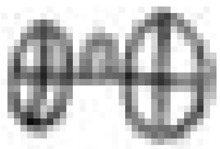
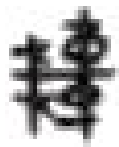
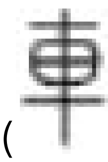


秦小篆



现代楷书

车

甲骨文的“车”[1]字很容易辨识，是一辆车子的或繁或简的描绘。最复杂的如，就画出两个轮子、一个舆架、一个连接舆与衡的辀、一支衡和两个轭。铜器上作为族徽的车（），更把缰绳与衡上装饰的流苏也画了出来。这样繁杂的字写起来太费劲，所以比较不重要的部分就被省略，作、、、、等形。由于轮子是车最基本的零件，省略不得，所以小篆的字形就省略至只剩轮子的形状（）。

近东大致在五千年前就使用车子。中国最早的证据是青海都兰诺木洪塔里他里哈的一个三千八百年前的遗址，轮子有十六根辐，应该距离实体轮的初创时代有段时间了。但有人认为遗址的样本可能受到辐射的污染，年代不足为据。中国的马车大量见于商代的遗址，而且结构与装饰精美。因为不见从简陋到精美的发展过程，所以西洋学者就认定，中国的造车技术传自西洋。

车子是轮子的应用。《淮南子·说山》说轮子的灵感来自常见的飞蓬或落叶等团团旋转而下坠的现象。人们见此情景已几百万年，恐怕渊源来自更近时期。纺轮是与轮子相似的应用，是中间有孔的扁平璧形器物。古人以木棒贯穿，捻之旋转以缠绕丝线而纺织，非常接近有轮轴的轮子形。

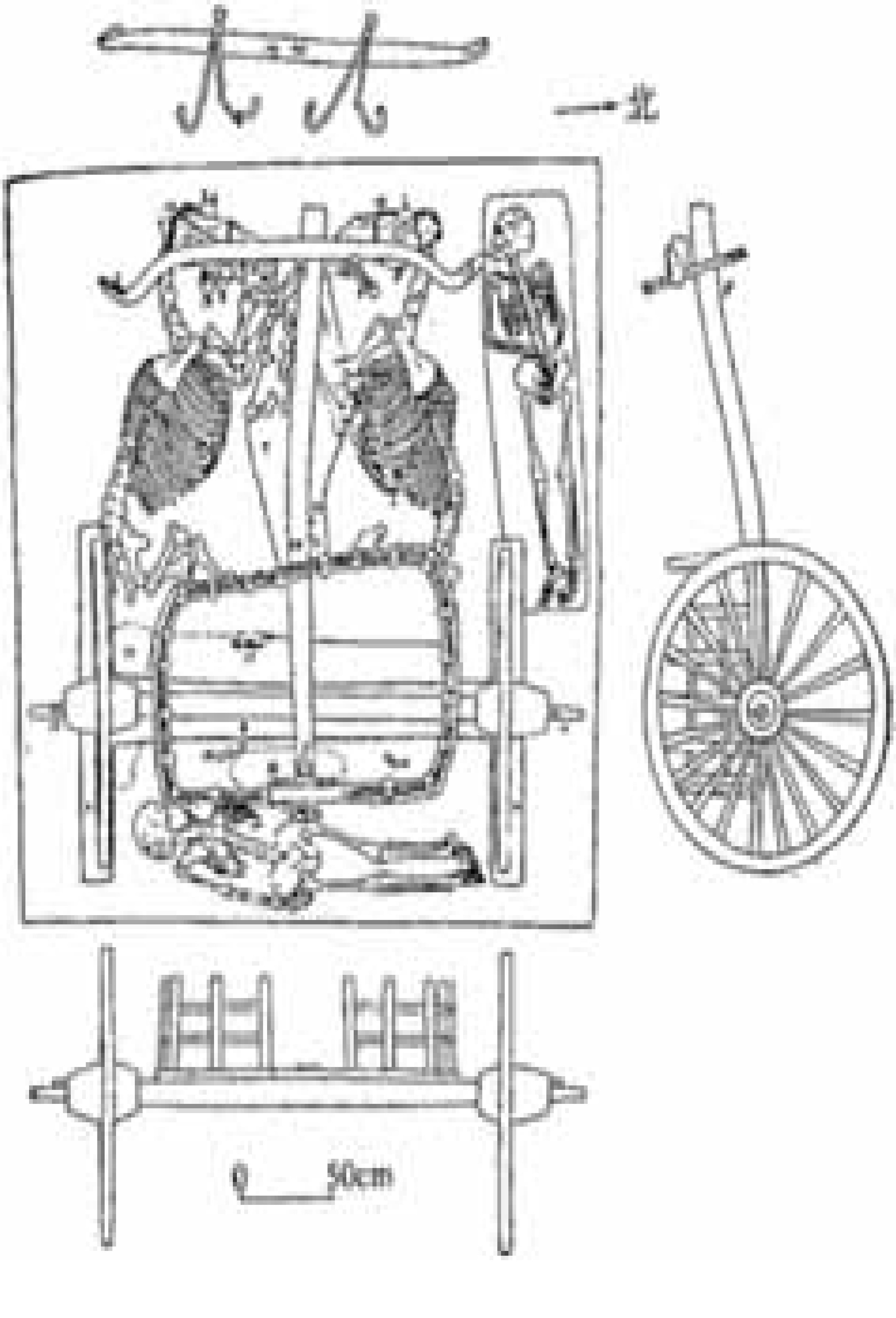
六千多年前仰韶文化时代已常见陶纺轮，其陶器也有用轮盘缓慢旋转加以修整的痕迹。四千多年前的龙山文化时代，陶器就普遍利用快轮制造，对于轮子的应用已累积有相当多的经验。《古史考》把车

子的发明归功于四千七百年前的黄帝，所以名为轩辕氏。如果以商代马车的精美情况去推测其发展所需的时日，传说的四千多年前的夏禹以马代牛拉车该是近于事实的。

车子的拉曳动力改进过程是由人而后牛而后马。中国对于马的驯养，在山东章丘城子崖的四千多年前的龙山文化遗址已见证据。中国人不吃马肉，其毛皮也无特别用途，所以驯养的目的一定是利用它的力气。中国人骑马的习惯很晚才确立，所以用途不外是拉车。

马车的应用恐怕也有时机上的原因。四千多年前是战争规模扩大，接近建立国家的阶段。早期的车舆很小，装不了多少东西。路况又不佳，不宜做快速奔跑，再加上重心高，易翻车。甲骨卜辞就曾提到商王武丁两次田猎翻车的事故。《左传》鲁襄公三十一年还记载郑国子产以驾驭马车比喻为政之道："若未尝登车射御，则败绩厌覆是惧，何暇思获？"要想能在马车上作战射箭，显然需要相当多的训练。君王冒险乘坐它，很可能是为了取得高度机动性的高台，以利指挥大规模的战争，让战士易于接受指令。

不但车子的造价高，由于马的性格不易控制，需要专门人才的长期训练才能胜任，是高级贵族才能有的财力，故马匹及马车一直是有权势者的表征。马车若以快速为目的，就该轻巧，尽量减轻车架的重量。但贵族为了炫耀，加上很多不必要甚至有害快跑的繁多装饰。如以安阳一个商代的随葬马车墓为例，其中一车装饰各样的铜饰件约有一百七十件，超过十三公斤。甚至马的身上也加上不必要的铜饰件好几公斤。显然炫耀的成分大于实际的需要。


北
0 50cm

图一

商代车马坑

注释

[1]“车”字在〇八一一节亦做过介绍。——编者注

一〇〇 御，禳灾与驾车
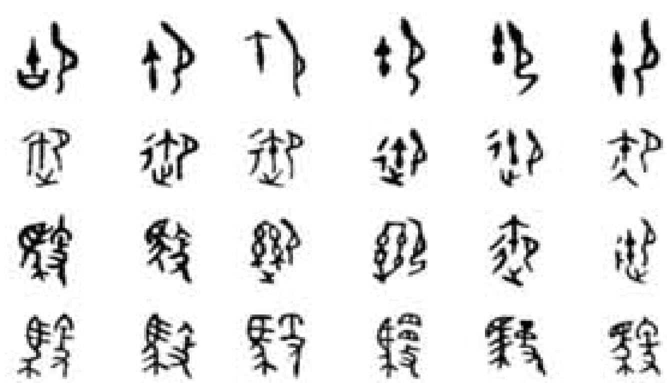
御：『跪于绳索之前，攘除仪式。』

驭：『跪驾。或以鞭驱马。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

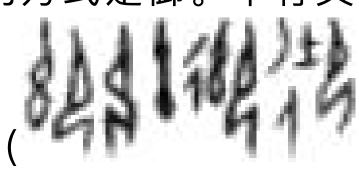


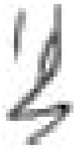
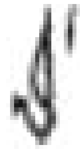
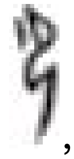
现代楷书

御

“御”字的意思，现在有两个大类。一是和驾驭车马有关，因帝王是离不开车马的领导者，所以扩充意义至与帝王有关的事务。一是与抵御有关，如抵御外敌、灾祸、病难等。其实原来自不同的两个字。

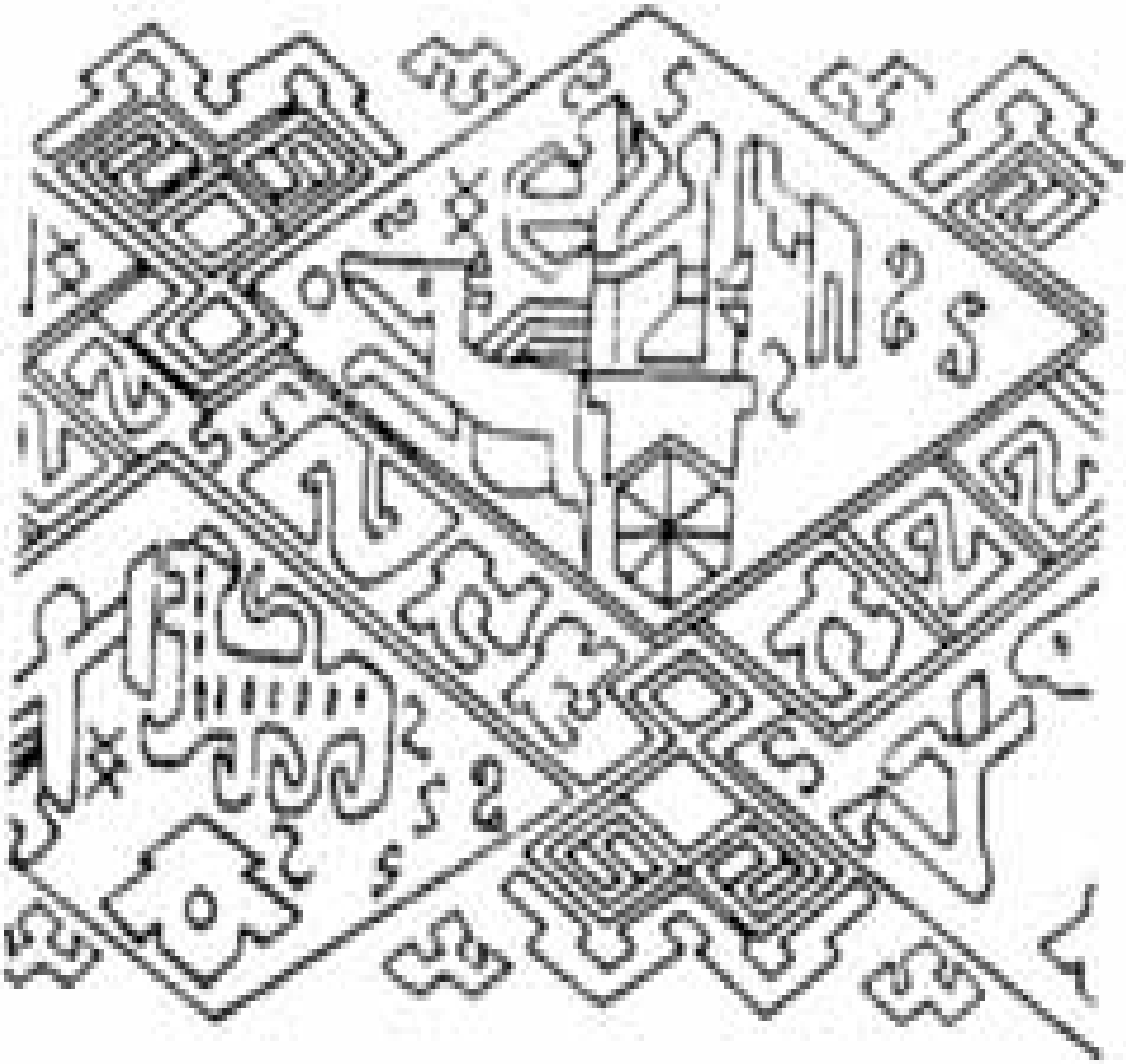
商代的人对于某些外伤的治疗已有相当大的把握，有外用药物。对于一些内科病疾，也使用药物治疗。在河北藁城一座早商时代的房屋遗址里，发现了三十余枚去壳的植物种子，其中有桃仁和郁李仁。这两种药物都见于汉代编辑的《神农本草》，有类似的疗效。《神农本草》说桃仁“主瘀血、血闭症瘕、邪气，杀小虫”，历来被用为下瘀血、通经、腹中结块、通便的药物。对郁李仁的效用说“味酸，平。主大腹水肿，面目四肢浮肿，利小便水道”，历来用于通大便、泻腹水、治浮肿，能破血润燥。吃了这两种东西都可导致腹泻，食用的可能性小而作为药材的可能性大。这两种疗效相似的果仁，都被发现于屋里，推知商人对于桃的果实和种子的功用显然有所区别，有意剥去坚硬的外壳，储存其种仁以做储备药物，想不出有其他更好的解释了。《孟子·滕文公上》引商代文献《说命》：“若药不瞑眩，厥疾不瘳（chōu）。”显然是对内科服药有相当多经验后的知识，知道药力作用令人昏昏欲睡。

但是内科疾病的病因很难诊断，很多看不出其关联性，商人只好把它归因于鬼神作祟、突变的气候、饮食的不慎和做梦。对鬼神、梦魇等人力无法控制的因素所引起的病痛，商人除了向鬼神祈祷、祭祀外，似乎没有其他太好的办法可想，与较不开化部族的做法也无大差别。从卜辞可看出商人对于内科病疾积极救治的方式是御。甲骨文的“御”字，作一人跪坐于某物之前有所祈愿之状（）。“午”是绳索，“卩”是跪坐的姿势，大概表达巫师作法的形象吧，已无从考察。

巫师作法为什么和驾驭有关呢？原来纯粹是来自字形的混乱。甲骨文驾驭的字作、、，和攘除之御的较晚字形有点像，所以后来就被合并成了一字。驾车的创意现在还难猜测，但显然与跪坐的姿势有关。中国古代马车的辕较直，它架在比车轮半径高的马脖子

上，使得车舆的重心高而不稳。驾驭时要尽量压低重心，才可以减少颠覆的可能性。因此理想的驾驭方式是采取跪坐的姿势。

战国铜器上的车马狩猎纹，车战时似乎以站立为常。但有一器物的花纹好像是御者跪坐而战斗员立乘。还有一件漆奁上的彩绘，驾驭者与乘者显然都是坐着的。如图一，湖北江陵出土战国丝织品上的田猎图案，驾驭者跪坐，而弓箭手则长跪或站立。商代车厢的栏杆甚低，只有四十几厘米高，不容作为站立者攀缘之用。另一早期马车跪坐驾驭的现象是，晚商的车厢设计已如西周时有突出构件可容纳屈膝跪坐。舆厢底部使用皮条加以编缀，它具有弹性，不利稳定站立，却能令跪坐者减轻很多颠簸的辛苦。《礼记·曲礼》记载有先为跪坐，容车行五步后才站立的礼节。想来驾驭者采跪坐，御者、战斗员或发号令者有需要的时候就站立起来。



图一

湖北江陵出土战国丝织品上的田猎图案，驾驭者显然采取跪坐

一〇一

岁，活动的征兆

岁：『大型之钺形，为处罚之刑具，用以名岁星。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

岁

古人是基于什么概念而创造岁月的意义呢？首先要了解的是神灵的观念。人类到新石器时代才意识到天地之中有种看不见的力量，可以带来很大的灾难，这种高高在上的神灵概念可能也促进了人类社会有不同阶级的建立。人们认为自然界的风雨云雷、山川石木、动物以及死去的人都有神灵。神灵的威力虽有差别，但都会给人们带来灾难。神灵虽会被激怒，但也会和人类一样，接受恳切的求情而降下福佑。因此也要想办法加以取悦，以期降下福佑，起码也不要降下苦难来，从而产生祭祀的行为。

随着文明程度的提高，人们对鬼神的信仰相对减低。有凭借物的鬼神信仰，已不免有虚而不实的感觉。但宇宙不能被理解的现象还是很多，又演变成另一种迷信。战国时代有阴阳及五行的学说，以为阴阳是形成宇宙的元素，一切的变动运转都是起于阴阳两种元气的消长与变化。五行初时只是对构成宇宙的一些可感觉的自然物质的直觉观察，金、木、水、火、土都是可见可摸触的东西，渐渐演变成无形的元素，有消长运转的性格。认为自天地创造以来，五行的元气就轮番转移，主宰世界，上天会用种种不同的灾变与祥瑞来显示其谴责与嘉许的意向。

理想的顺应之道，是以具有五行当值的德行的人来充当君主。如果某一德的时运衰退了，自然就由另一可克制的德来取代。国君既是应运接受天命的人，当然其施政要顺应四时阴阳的变化，要依照一年的节气做相应的施政，才会国泰民安。甚至衣食住行的细节也要顺应四时的转移做相应的变化，否则国家就会不安，国祚不久，而各种异乎自然的灾变就是上天给予的警告。这本是有心人利用自然的现象来限制威高权大的专制帝王，以避免他们做出失德过分的事。施术者附会的预示有时碰巧成真，使国君深信上天会预示警诫。影响所及，民众也相信，推广其道以规范自己的行事，遂有各种各样与阴阳五行有关的禁忌和迷信。两汉上自帝王的施政，下及民间的日常生活及学术，无不在此种迷信的深深笼罩下发展。

天人合一的概念可能早在商代就已萌芽。太阳系行星中最大的木星又叫岁星，观察其运行的轨道是中国古时观象授政的最重要措施。从地球看岁星的运行，它是螺旋前进的。每每赢缩不定，光度亦明暗无常，较易引起观测者的注意。甲骨文的“岁”字，作一把行刑用的斧钺

形（）。岁星每年运行天空约十二分之一，大概十二年与十二地支的数目相合，古人才以岁星所在表示年代。

斧钺在商代是处刑的用具，不是战斗的兵器。商人用此武器来命名岁星大半也有特别的用意。在后世，岁星被认为是军事行动的征兆，如《史记·天官书》说："所在国不可伐，可以罚人。"处罚罪人正是商代使用斧钺的目的。汉代的"岁"字已演变得不像是斧钺的形状，而仍以为岁星是处罚罪人的预示，可能就是继承自前代的观念。岁星的运行看起来出没无常，难以预测，有异于他星，大概因此才被认为是由上帝控制，表示天命所在，故以君主处罚罪犯的斧钺去命名它。



图一

嵌镶绿松石兽面纹青铜钺

长二十五厘米，宽十七厘米，晚商，公元前十四世纪至公元前十一世纪

一〇二

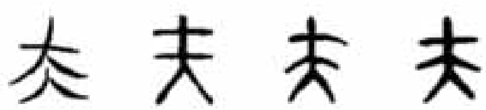
夫妻，共同承担家计

夫：『头上插一支发笄的成年男子。』

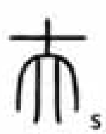
商甲骨文



两周金文



秦小篆

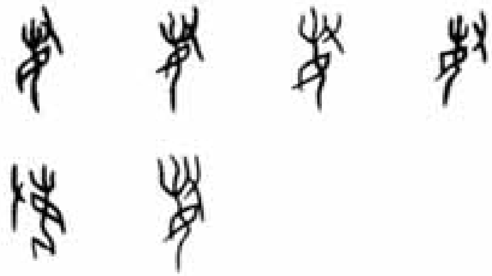


现代楷书

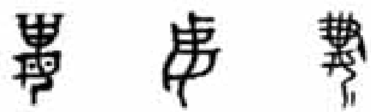
夫

妻：『用手整理发型，已婚妇女的行为。』

商甲骨文



两周金文



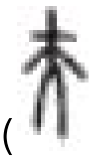
秦小篆



现代楷书

妻

人类的头发，除了本然的隔绝冷与热的功能外，世界各地的民族还给以种种的社会功能。如佛教认为头发表现俗世的欲求，要剃掉它以表示隔绝世俗。有的宗教却要留长它，以方便被神灵抓着上天去。其他或如中国以发型表示年龄、婚姻状况、阶级地位等等。

甲骨文的“夫”字，作一个成人的头上插有一支发笄的形状（）。而甲骨文的“妻”字就写作用手在为一位跪坐的妇女打扮头发之状（）。这两个字的重点都在头发的状况。中国古代的社会，在成年之前，不管男女都让头发自然下垂，但是到了成年的阶段，就要把头发盘上去以与孩童区别。盘在头上的头发需要用东西扎住，才不会松散下来。发笄的作用就是把头发束紧起来使不致松散。男女两性都有需要用此发笄，附带也起了装饰及分别等级的作用。

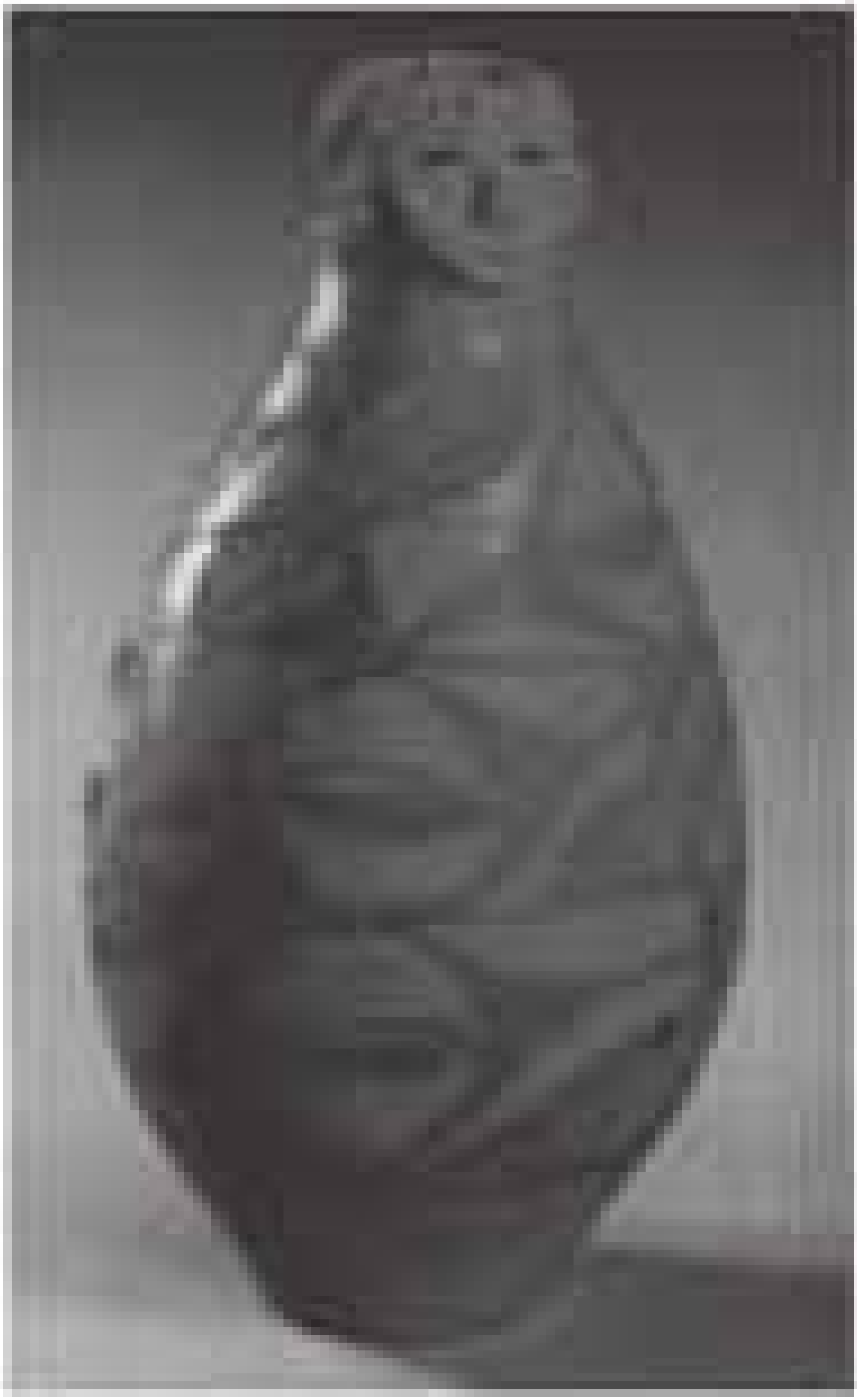
当社会发展到以人格修养为最高的指标时，作为社会中坚的男子就较少竞逐于美的外形，发型可以说比较无变化。相对地，女性就比较偏重其外形的美丽与端庄，因此女性就顺势多加装饰，有了各种各样的发型与装饰物，成为竞逐美丽的项目。

为什么成年人要把头发盘上去，而未成年人不用呢？这应该是基于工作的需要，确实要负起维持家庭福祉的责任。现在的经验，妇女比男人花更多的时间装扮头发，似乎是女性比男性更喜爱漂亮，处理头发是基于美容的原因。但详细一想，恐非如此。在动物群中，恐怕人的头发最长。如果不加修剪，大部分男女的头发都可以长过腰际。如果把我们想象为生活在一万多年前已知爱美的远古时代，就会觉得没有什么好方法可利用头发打扮得漂亮些。因为松散下垂的头发无法使饰物保留其上，那时也没有适用的利器可将头发剪短，如让头发无限制地生长，就会妨害工作，就要想办法把它弄得不妨害工作些。因此当人们到了不是只从树上摘取果子，或在地下挖块根，还要追逐奔跑，捕捉野兽时，为了方便工作，就会有束紧头发的需要。

为了工作的原因才整理头发，可以从后世的风俗中得到印证。日本在战国时代（公元一四八二年至一五五八年）以前，不管身份高

低，女性都顺其自然，梳成长长的垂发，最多用油脂的东西使头发乌黑光亮而已。后来身份低的人，为了应付繁忙的生活，感到松散的长发多少对工作造成不便，于是乃有于劳动之际才束发于脑后的风俗。这种形式渐为一般人所接受，才普遍结发，而且又受歌舞伎装扮的影响，家庭妇女也仿效而梳成各种各样复杂的髻。陶俑、壁画所显示的汉代妇女，大都垂发或于脑后束发使结成髻。但时代在之前的秦始皇陶俑坑，士兵们都于头上结扎式样繁杂的高耸发髻。所以束发最初应是为工作的需要，后来才发展为美观的目的。剧烈的工作都由男子从事，因此束发也很可能始自男性，不是女性。

图一这件塑像的制作年代是开始进入有阶级分化的时代，社会开始分不从事劳动的贵族以及劳动的大众。不事劳动的贵族要穿不便工作的长衣，并佩玉。如上所述，人们没有必要为了美丽的形象而剪短头发。但是劳动者为了求得工作上的方便，不能让它自然下垂，就得想办法加以剪短，或拘束于头顶或脑后。这位女性既然剪短头发，大半是出于劳动的原因。她大半是服侍贵族的人员，应该不是接受崇拜的女神或贵族的形象。



图一

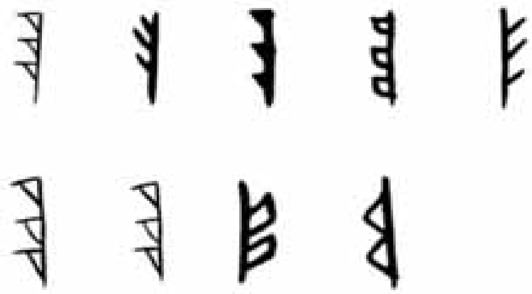
人面形器口红衣黑彩细泥红陶平底瓶高三十一点八厘米，口径四点五厘米，约五千年前

一〇三

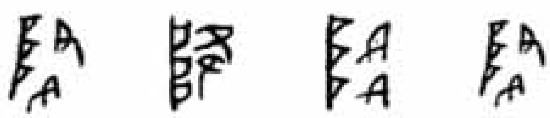
阜，是梯？是山？

阜：『直梯形。』

商甲骨文



两周金文



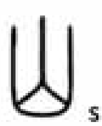
秦小篆

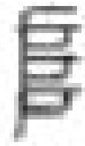
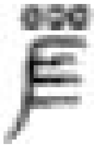


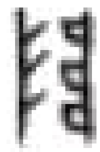
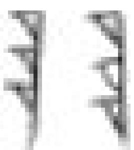
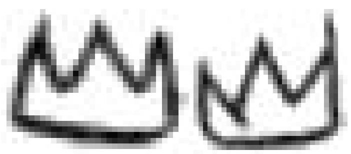
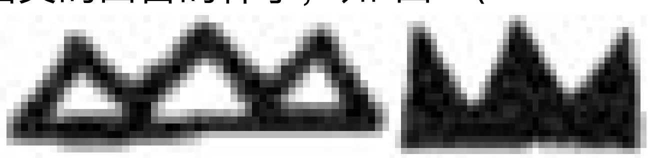
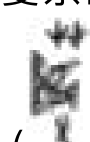
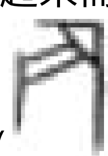
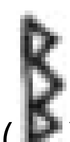
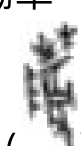
现代楷书

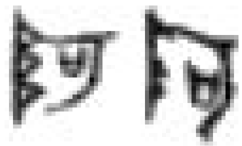
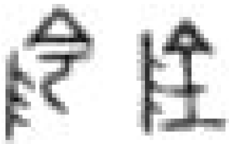
阜

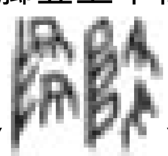
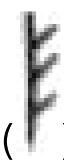
山：『作几座平列的山峰状。』

商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	
现代楷书	山

“阜”字在形声字中，常被用以为代表山陵的意义符号。许慎的《说文解字》：“，大陆也，山无石者，象形。凡阜之属皆从阜。，古文。”说“阜”的字形像一座土山的形状。至于如何像一座土山，段玉裁的注解说：“象可拾级而上。”原来是认为为了上下山坡的方便，把山坡的路修成有阶级的形状，所以用以代表山。但是对照甲骨文的字形与字义，恐怕这种解说不太对。

“阜”的小篆字形与商代的甲骨文字形没有太大的差异（）。但甲骨文“阜”字的阶级看起来都在同一条直线上，与山坡的阶级是在一个斜面上不一样。甲骨文在描述山陵时，总是作两斜线相交的山峦的样子，如“山”（）（金文更传神，作）。如果描述比较复杂的有关字形，就把山形竖立起来而作。如意义为除草的“薅”（），作手（）拿着蚌镰（）在山坡上（）锄草（）之状。简化的字形就把山坡部分写成三斜画向下（）。这种省略在金

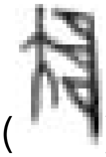
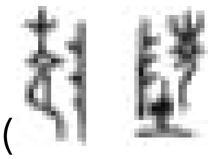
文中更为常见，如山阿的“阿”（），阴阳的“阴”（）。与斜线向上的“阜”有很不同的重点，是两样事物。那么“阜”应该是像什么的形象呢？

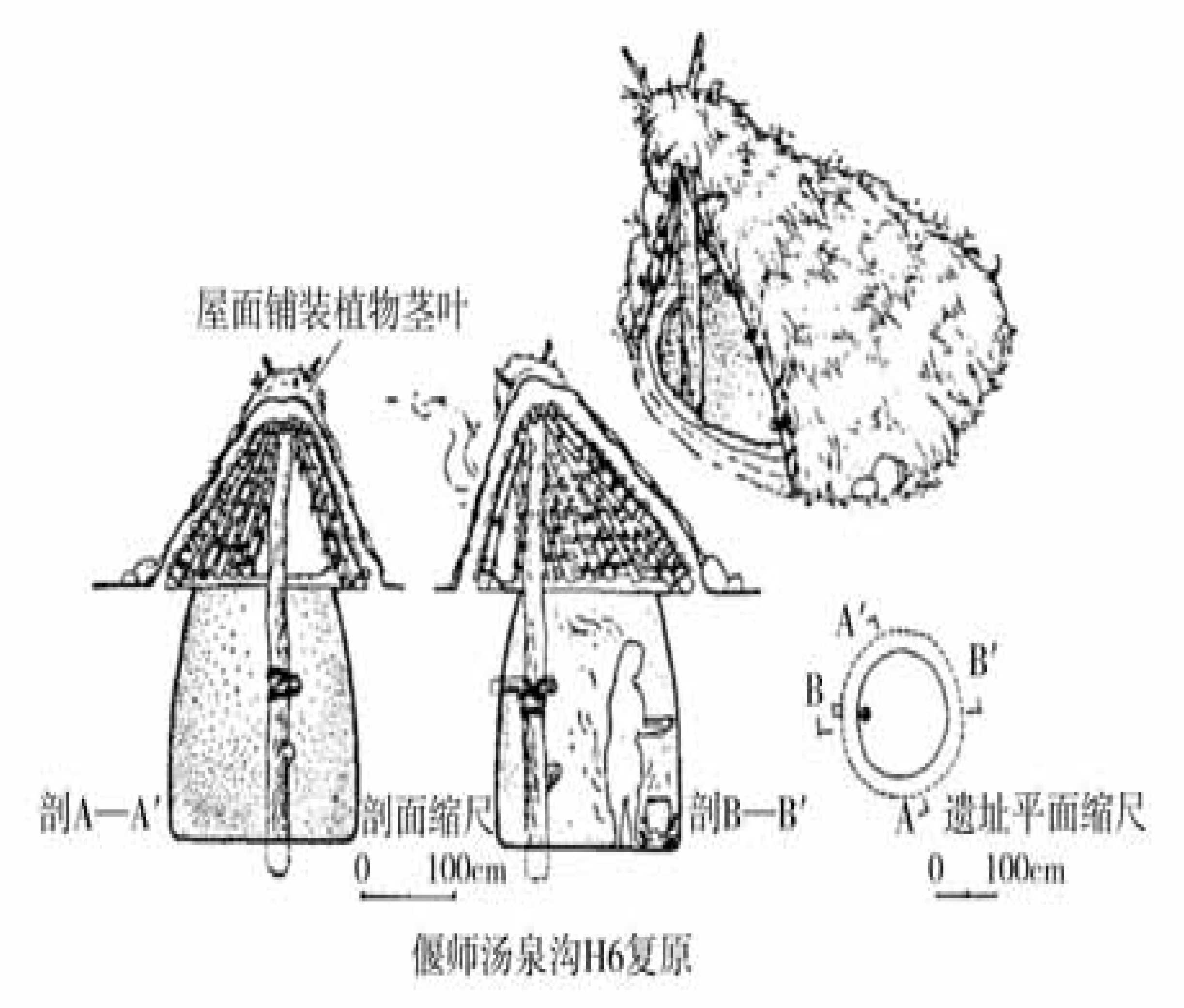
日本的考古发掘了一个古代的木梯子，乃是利用一根圆木，用斜切和平切的方式挖出一个个的脚阶，作为上下干栏式房子的梯子之用。其外形和甲骨文的“阜”字完全一样。我们可以了解，甲骨文的“陟”（zhì）字作两脚登上木梯之状（），“降”字则作两脚自木梯下降之状（）。在创字的时代，梯子应该是常见之物。简化的字形是写成三斜画向上（）。

早期人们的住家，从营建技术的观点看，除了借用自然形成的洞穴外，最容易营造的应该就是不必筑墙的地下穴居了。就效用来说，在中国的华北地区，它也有夏天凉爽而冬天避风寒的功能。华北地区是黄土所堆积而成。黄土的土质疏松，孔隙度高，加上垂直毛管的性能发达，每每形成陡崖的形式，很容易用简易的工具向下挖掘坑陷。而且黄土颗粒有轻度胶结性，不易发生崩塌的事故，所以和其他民族的早期住所一样，中国华北就发展了半地下穴式的家居，以适应北地冬天风寒的气候。

中国比较早期的穴居，可以河南偃师汤泉沟的圆形地窟为代表（如图一）。其深度超过一个人的身高，用木柱架顶以遮蔽风雨。更早的或只加盖，可开阖以进出，并防野兽侵扰。这种深穴的住家就要借助梯子一类的东西才能进出上下。在六千多年前的仰韶文化时代，简陋的就在坑陷的壁墙上挖刻脚坎，或在中心的支柱上捆缚几道脚踏

的木块，或在支柱上斫刻脚坎而具有梯子的雏形（阜的形象）。以后建筑技术改进，面积更大，就可能有移用性的梯子了。

商代已经发展出两层楼房的建筑，更需要使用木梯以便上下。好些字都以木梯作为构件。木梯的“阜”字，简化是三斜画向上，山陵的简化是三斜画向下，两者本是有别的，因字形很接近，就被混而为一，以致有些以木梯为构意的字也被误会为山陵了。如“陵”字（）甲骨文本作一个人爬上楼梯之状，金文还加上头顶着东西（），因两手要攀缘梯子，所以要利用头顶着东西。



图一

一〇四

监，水盆照容

监：『一人俯视一皿，观看自己的容貌。』

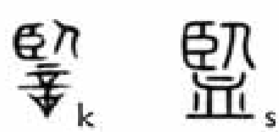
商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

监

爱美可能是所有动物的天性。很多我们知道的动物，就以美丽的外表来吸引异性的注意与爱慕，乃至达到最终的繁殖目的。人类自不应例外。人类吸引异性的方式大致比其他动物花样多而微妙，比如我们有时还要充实学识、技能、行为等超乎形象的美，但基本的体态之美是忽略不得的。

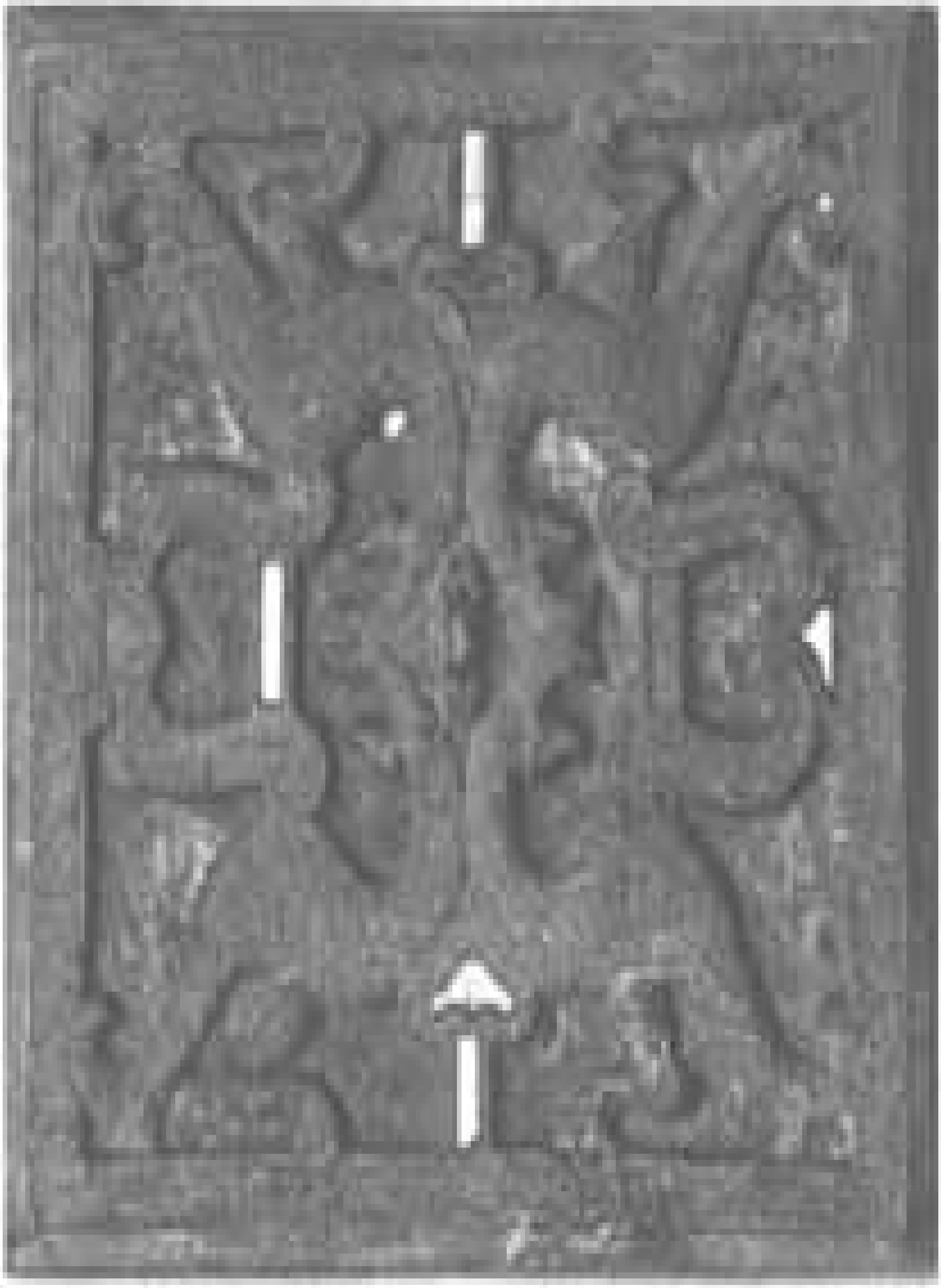
看别人美不美很容易，但如何让自己确定自己的美丽形象，尤其是容貌，已经显现出来了呢？当人们意识到有必要展示自己美丽的形象时，可能就开始动脑筋，如何确实把握到这一点。要看到自己的形象，就需要有东西可以反射光线，让影像进入我们的眼睛。

自然界有不少物质可以反映光线，最容易得到的无过于静止的水面。相信远古的人们到河岸取水或捕捉鱼虾时，就已经发现这种光线反射的现象而以之映照容貌。等到陶器发明后，用水盆盛水而就近观察，就可以省却出门的麻烦了。而且其效果也比老是有波纹荡漾的溪流水面来得好。甲骨文的“监”字，作一个人弯腰向盆里观看映像之状（）。这就是最原始的镜子，所以镜子原先的名字是“监”，后来晓得以金属制作就叫作“鉴”。镜子是后来的名字。

以水盆映照面容虽是不花费的方法，但水的反映效果并不佳，而且也不能随身携带以满足不时之需。因此有较好的映像材料出现后，这种原始的方法就慢慢被淘汰了。比如表面摩擦得光亮平滑的金属平面就可以映像，所以中外都在发现了金属的物质后不久，就尝试制作镜子。例如埃及在四千五百年前已有以金、银、青铜等捶打制作镜子。至于中国，据目前的考古证据，在距今四千多年前的齐家文化时代也有铜镜。

金属中，反射效果最好的是银。但考古发掘尚不见中国商代以前有以银制造的器物，现今存世的也只有一二件嵌镶银线的铜器。至于黄金的器物，也只见少数的小件首饰。因此适用的材料便只剩下青铜。但青铜在初期也是昂贵的材料，主要为关系到国家生存的“祀”与“戎”服务，铸造祭器与武器。镜子不是维持生存所必需的，故铸造的数量非常少。到了战国时代，冶铁业兴盛，很多铜器被铁材所取代，才见大量铜镜的出土。

　　青铜的合金成分与其呈色和性能都有一定的关系。当锡的成分递增至十分之四时，其呈色就由赤铜、赤黄、橙黄、淡黄而至于灰白。白的反光效果虽最好，但锡的价格较高，而且锡若占四成以上，质量就太脆弱，不经久用。故铸造铜镜时，锡的成分一般是三成左右，可使质料坚韧但呈色近于灰。为了增加白的呈色，即光线的反射效果，乃在铸成之后，更用锡与水银的熔剂（即玄锡）摩擦镜面使其光亮，以增加影像的效果。《淮南子·修务》："明镜之始下型，矇然未见形容，及其粉以玄锡，摩以白旃，鬓眉微毫，可得而察。"实验的结果，其效果几可比美现代的玻璃镜子。以后每年也要同样加工，磨拭镜子一次，否则映像就会模糊，故古时候有磨镜的专业。



图一

嵌镶绿松石套铸青铜方镜

高九点一厘米，东周时代，约公元前五世纪

一〇五

贝，古代货币

得：『拾得行道上他人遗失之海贝，大有所得。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

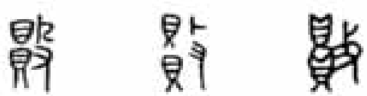
得

败：『双手各持一贝相互打击，或以棒敲打海贝，都是败事之举。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



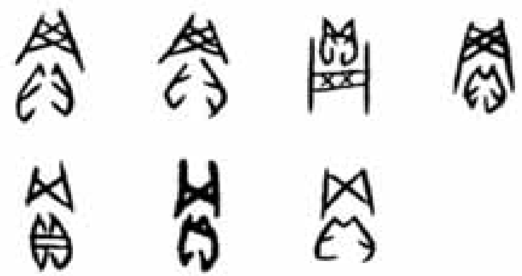
z s

现代楷书

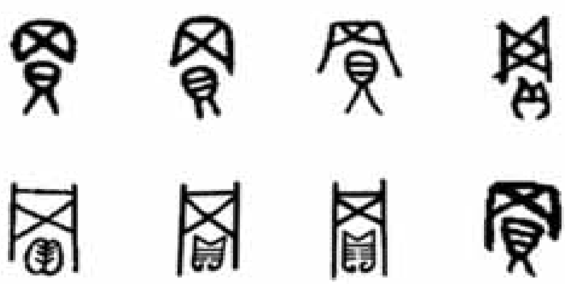
败

买：『网到海贝，可从事商业买卖。』

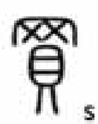
商甲骨文



两周金文



秦小篆

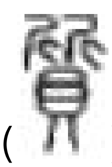
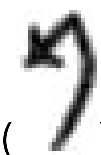


现代楷书

买

人类使用工具后，不但能从事超越本身体能的工作，也改善了获取原料的效果，从而提高生活的水平。生活水平的提高转而又刺激改良工具的要求。结果，工具越精良，生活越见改善，文明的程度也跟着越见提高。但有些物资不是随地皆有，受限于地域，就要通过交换取得。人类一向喜爱、宝贵罕见之物，因此交易的范围与品类也越发增大，终成不能缺欠的商业行为。

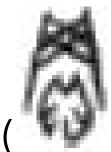
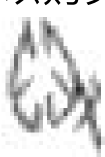
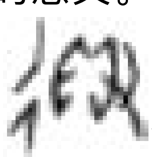
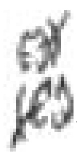
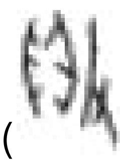
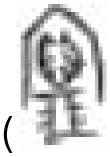
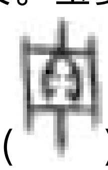
在使用货币以前，交易是以货易货的方式进行的。交易的货品虽因地而异，但主要的应该是工具、原料或食物。周初的《易经》，其旅卦、巽卦有“得其资斧”“丧其资斧”，稍后的青铜器《居簋》有“舍余一斧”“货余一斧”的铭文，即反映其时以石斧或铜斧等工具为交易货物的时代背景。斧头在古代是一种很实用的工具，可用以砍树、挖土，也可充当武器。好的石材并非到处都可以取得，故质料良好的石斧是人们普遍希望交换得到的东西。

小篆的“质”字由二“斤”和一“贝”组成（）。甲骨文的“斤”字，是一把装有木柄的石斧象形（）。甲骨文的“贝”字，描绘贝类腹部的形状（）（参考图一），那是来自中国南方的海岸，北方人们作为装饰品的珍贵东西。所以“质”字的创意，看来是以两把石斧交换一枚海贝。前者是日常必需品，后者为远地的稀罕物资。

中国地区发现的海贝生产于印度洋及南海岛屿附近的暖水域。其外壳坚硬细致，有美丽色彩及光泽，令人喜爱。尤其是其个体轻小而均匀，长度一般是二厘米上下，易于收藏和携带。它不易败坏，可穿连成美丽的饰物。由于它不是轻易可以到手的东西，在华北就广被接受为有价值的东西，因而在文字中用以代表交易及贵重的事物。一枚小海贝可以交换到两把石斧，可见其价值之高。在非洲的内陆，海贝

甚至是酋长必须拥有的东西。非洲的赞比亚迟至公元一八五五年，二枚海贝价值一个奴隶，五枚海贝价值一整只象牙。

商代早期的海贝流通量不多，只能当作贵重物品，难于当作市场小量的日常交易货币。由于海贝数量少而价值高，商人就制作仿海贝形状的铜贝或骨贝作为随葬物品，珍贵或镇邪的意味大于金钱的价值。

海贝既为人们所喜爱，可用来交换需要的东西，具有人人愿意接受的通货之实，故在文字中，海贝常是与价值或商业有关的字的构成部分。如甲骨文的“买”字，作以渔网捕捞到海贝之状（）。贝可以购买需要之物，故以之表达买的意义。“得”字作手中持有贝之状（）。有时附加行道的符号（），大概表示在众人行走的道路上拾获了他人遗失的海贝，大有所得的意思。“败”字则作两手各拿一枚海贝相互敲击之状（），或以棍棒敲击海贝之状（）。海贝一旦被敲碎了，其价值就不存在，没有比之更糟糕、更败坏的事了。“宝”字则作房屋之中贮藏着海贝及宝玉之形（）。两者在当时都是很贵重的东西，故以之表达宝贵的意义。宝贵的东西要特意贮藏以免遗失，“贮”字就作海贝贮藏于柜中之状（）。诸种物品中特地选择海贝表达贮藏的意义，可见海贝是物品中非常珍贵的。



图一

磨掉背部的海贝

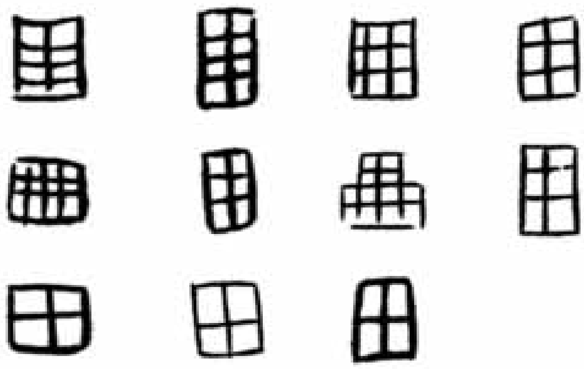
长二点二至二点五厘米，宽一点七至一点九厘米，厚零点六厘米，约公元前五五〇年

一〇六

田，农地与田猎

田：『区划规整的农田形。』

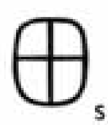
商甲骨文



两周金文

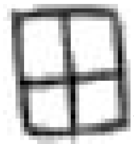
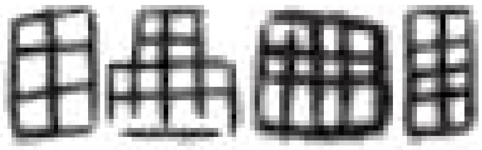


秦小篆



现代楷书

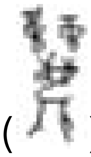
田

甲骨文的“田”字有两种字形，意义不完全一样。一形作一块矩形的土地被分隔成四块的规矩田地形（）。另一形则作一块土地被分隔成很多块的规矩的田地形（），少者六块，多者十二块。把土地分割成规矩的形状，是为了行政管理的方便，容易计算土地的面积，以便将面积作为税收的根据。这是国家组织建立之后才普遍有的现象。在商代的占卜刻辞里，这两类的字形，其意义稍有不同。前者除表达田地或有关主管田地的官员等意义之外，如“以多田伐右封……”“令曼垦田于……”，还表达了田猎的意义，如“辛酉王田于鸡麓，获大霸虎……”。但是作多块土地的“田”字，则只表达与田地相关的意义，如“王令介田于京”“以多田、亚、任……”，从来没有像第一形的“田”字有提及捕猎到的动物数量。

用分割方正的土地来表达农田的意义是很容易了解的，但为什么用以表达田猎的意义呢？田地是为了种植庄稼而开辟的，游猎应该是在原野或丛林进行，如在田地里进行，岂不把辛苦种植的庄稼给破坏了？

农业的生产远比采集、渔猎与畜牧的生活方式辛苦，但可以养活更多的人口，所以如果没有充分的压力，人们是不会选择这种辛劳的生活方式的。东汉的班固在《白虎通》里说：“古之人民，皆食禽兽肉，至于神农，人民众多，禽兽不足，于是神农因天之时，分地之利，制耒耜，教民农作。”充分说明农业发生的背景。所以用农耕的田地表达田猎的意义一定有充分的理由。

从甲骨刻辞可以了解，鹿类一直是商人猎获最多的野生动物。如一次大规模的狩猎，捕得鹿四十、麑一百五十九、狐一百六十四及一只虎（《合集》10198）。鹿类繁殖快，性喜水草，生活环境与人类最为接近，为最接近人类生活的野生动物。加以它们没有致命的攻击能力，所以成为人们最喜欢捕猎及最易捕获到的野兽。

鹿的皮、角、骨、肉都有利用的价值。不但是商代，就是今日，鹿角还被认为是美丽而可当装饰品的东西。西周时代的甲骨文“丽”字，就把鹿的一对歧角特别画得粗大以表达美丽的意义（）。所以东周时代楚地墓葬里很常见的木制镇墓兽，都装饰有长而分歧的鹿角，如图一。

但是商周时代，捕捉鹿麋似还有比装饰更重要的经济目的。鹿类性喜结群行动，其采食之地常是人们种植庄稼之处。其活动自然会妨害农作物的生长，故农民要擒捕或驱逐之以防备作物受到破坏。《春秋》鲁庄公十七年有多麋为灾的记载，表示作者的关切。《礼记·月令》更有于孟夏驱兽毋害五谷，保护田苗的积极措施。其所驱逐的兽类主要就是鹿。

可以推论出，以种植谷物的农田去表达捕猎的活动，必是由于捕杀、驱逐野兽的工作常在农地附近举行，以防野兽践踏、吃食了田苗。打猎被认为是耕地的辅助作业之一。所以从“田”字的使用，可以看出至迟商代，一般人的捕猎已是为了保护农作物的附带工作，不完全是为了肉食或毛皮等的供应了。



图一

（左）漆绘木雕梅花鹿，高七十七厘米，战国早期，公元前五世纪至公元前四世纪

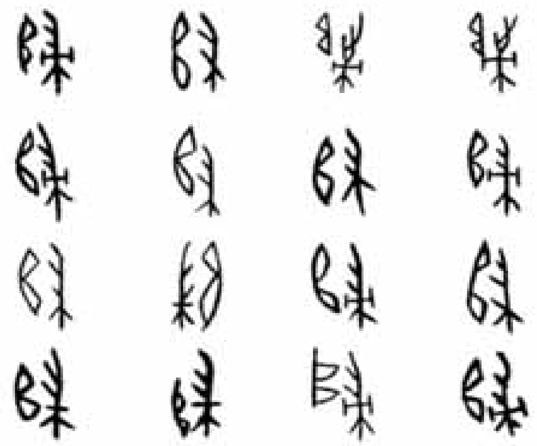
（右）鹿角及漆绘木镇墓兽，高九十六厘米，东周，约公元前五世纪至公元前四世纪

一〇七

归，回娘家

归：『土块与扫帚，古时归嫁时随行所带的东西？』

商甲骨文



两周金文

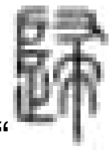
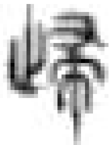
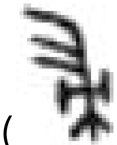


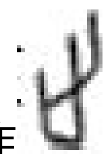
秦小篆

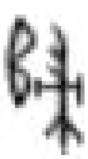
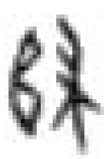
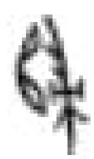
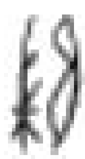
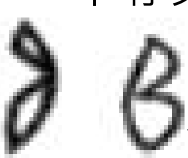
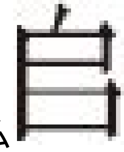


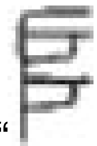
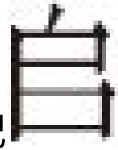
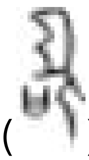
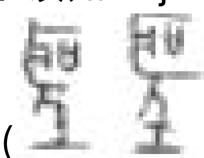
现代楷书

归

《说文解字》对“归”字的解释是：“，女嫁也。从止妇省，声。，籀文省。”说明原来的意义是妇女出嫁，因有于出嫁后不久就回娘家省亲的习惯，乃假借为归还的意义。至于为何如此创意，许慎没有做进一步的说明。“从妇省”之说大致是因为其意义与女子的出嫁有关。其实，“妇”字在甲骨文中就只作帚（），是一把扫帚的形象。这是把小树丛的根部捆扎起来，利用枝条扫除污秽的器具。中国古代，不出嫁的女孩不出门，作为人妇的，就自然担负起扫地的任务，因此把扫把作为妇人的象征。以扫把作为归嫁文字的创意是非常合理的。

那么，出嫁为什么用“止”去创意呢？“止”的甲骨文作，是脚趾的形象。脚本有五趾，简化为三。脚是走路的器官，在甲骨文中常作为表达与行走有关的符号。回归的意义和走路也可以有联系，以之作为“归”字的构件，似乎也不成问题。不过，出嫁与走路的关联性毕竟不高，所以段玉裁就对“归”的“止”加以注解：“妇止于是也。”好像是说出嫁后就在夫家安居了。这个解释看起来并不很适当。其实甲骨文的“归”字不含有“止”的部分，而且“止”字也没有止住的意义，可以断定，归嫁的创意与行路的关联性不高。

甲骨文的“归”字作、、、，由帚与（）组成。帚已知是扫把，那么是什么事物呢？《说文

解字》解释：“，小阜也。象形。”从甲骨文的字形看，不像是小山，而有可能是两堆土块形。土块看起来好像和出嫁无关，所以许慎把当作声符，视之为形声字。可是根据学者的考证，先秦时代的拟音，为tw∂r，属舌齿音，归为kjw∂r，属喉音。标准的形声字，本字与其所谐的声符，两者的韵母同属一大类是必须的条件之外，两者的声母也要同属一大类。如唇音为一类，喉音为一类，舌齿音又为一大类等。如果不同声类，则认定就大有问题。如“圣”字，《说文解字》看成从耳呈声，但甲骨文作嘴巴之旁有一大耳朵的人（），表示此人有敏锐的听力能辨别各种音响，用以表达有过人的天赋。依学者的拟音，先秦时代“圣”读如st' jieng，“呈”读如dieng，声母的类别稍有不同。从金文字形（），可以看出呈的部分完全是人形的逐渐变化。因此，“归”字所含的，大半不是声符。那么“归”字的创意应该是怎样呢?

借用现代的习惯，新娘会带一些象征性的东西到夫家。有人带鸡，鸡的古代音读与家很近，鸡有成家、持家等象征意义。有些地方携带茶叶，且保存至死。因为茶树不能移植，一被移植就枯死，象征嫁鸡随鸡，嫁狗随狗，妻子要坚贞信守对丈夫的情怀。“归”既然是归嫁的意义，会不会也反映出古代类似的习俗?

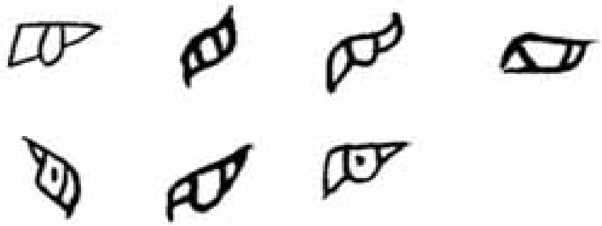
“归”的构件“帚”，是扫地的工具，是为人妻者的责任，象征坚守妇职，应该是合理的。𠂤为土块，水土不服是古代远行者常会罹患的疾病，所以有些人带一把故乡的泥土，如有拉肚子一类的毛病，就把少量故乡的泥土掺入水中饮用，有时毛病就会痊愈。韩国小说《大长今》，就提到用黄腐土治疗腹泻的方法。想来怕新妇对新环境不适应而有携带故乡的土块以防备水土不服的必要吧。从金文的众多字形看，想是先加彳或辵，以显明回归的意义，后来才减省止或彳。

一〇八

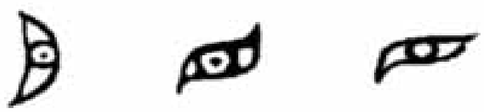
目，神情的表现

目：「眼睛象形。」

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

目

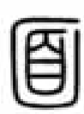
面：『包括眼睛在内的颜面范围。』

商甲骨文



两周金文

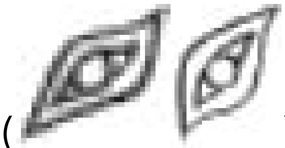
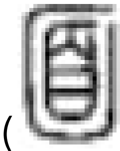
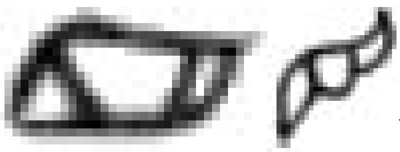
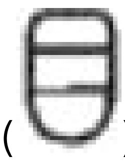
秦小篆

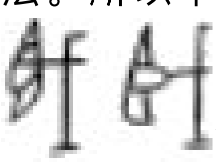
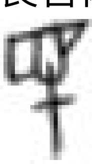


s

现代楷书

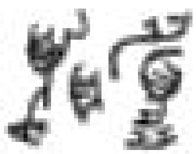
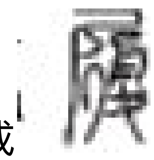
面

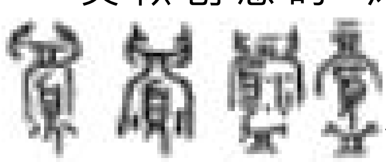
“五官”一词，包含耳、眼、鼻、口、身等五种器官，虽有头部以外的部分，但一般只指脸部的器官。脸部富于表情，喜怒哀乐都从其中看出来，其中尤以眼睛为最重要。所以“面”字，甲骨文于一个脸部的轮廓中，用一只眼睛来代表所有的器官（）。后来字形稍微有些变化，写成没有头发的首的轮廓（）。其实，没有头发的“首”字是从“目”字（眼睛）变化来的。眼睛原先叫目，描写人的一只眼睛的样子，横着的眼睛一边的尖端向下，一边的尖端向上（），慢慢写成一端宽大，一端细小（）。因为古代书写主要使用竹简，横宽的东西往往变换角度，写成窄长的形式，所以才变成小篆直竖的样子而与事实不符（）。

眼睛的功能是视觉，眼睛要有两只配对，视野才能宽广，才足以有效地辨识影像，所以好像没有生来就只有一只眼睛的动物。所以如果有一只眼睛受到损伤，视力就大减，从而战斗力大减，所以刺瞎一只眼睛是有效控制有抵抗能力的俘虏，却不减低其工作能力的好办法。所以甲骨文的“臧”字，作一只竖立的眼睛被兵戈所刺之状（）。瞎了一只眼睛的俘虏没有太大的反抗能力，最好是顺从主人的旨意。对主人来说，顺从是奴隶的美德，故“臧”有男性奴仆和良善两类意义。甲骨文的“民”字则作一只眼睛为尖针所刺伤的样子（）。“民”的意义本是犯罪的人，后来才被转用以称呼平民大众。

金文的“童”字，本义也是罪犯，作文身的针刺伤一只眼睛，以及一个声符“东”（）。现在又加上“人”而成为“僮”字。本字则作儿童使用。

眼睛最能传神，所以描写脸部的表情，最常见的就是使用眼睛的部分，如“横眉怒目”“眉目传情”“反目成仇”“杏眼含春”“目指气使”等。比起其他四官，眼睛的使用频率不知高出了多少倍。在早期的文字中，把眼睛部分也描绘出来的，往往是表达贵族或巫师的形象，不是一般人的身份。

“履”的意义是鞋子，金文的字形作一个画出眼睛甚至眉毛来的人。此人的脚穿着一只鞋子（），小篆因移位讹变而成。鞋子穿在人身的最底部位，没有必要把眼睛连眉毛也画出来，这么做一定有其必要的理由。中国有以赤足表示尊敬的传统。为了保持庙中的洁净，就有在前往寺庙的途中穿鞋子，而于行礼之前脱鞋，赤足进入神圣的庙堂以保持礼堂洁净的需要。一般民众没有这种需要，也没有必要穿鞋子，故代表鞋子的字需要强调高级贵族的形象。

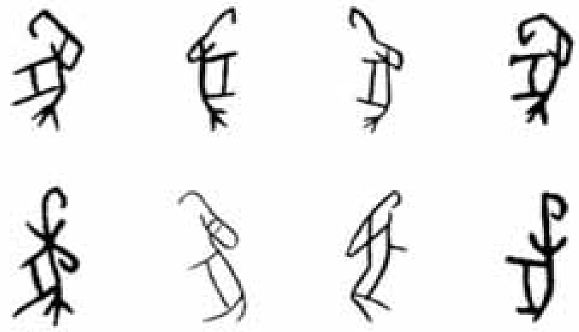
类似创意的“沬”（huì）字，金文作全身洗澡之状（）。此字在金文中出现非常多，创意是洗澡，字形繁杂的作双手持皿倒水向盘皿上的人加以冲洗，或省双手、底下之皿、双手以及盘皿。最简省的作有眼睛、有眉毛的人以及水滴。中国华北经常缺水，一般人较少沐浴，但贵族可能因经常举行祭祀而要经常沐浴洁身，故才以贵族的形象创意，否则何必费事强调头部的细节？铜器铭文的眉寿都作沬寿，可能原来表达庆祝高寿时要沐浴整装。祝寿是贵族较常举行之事，故要以贵族形象表达。

一〇九

为，驯象工作

象：『整只象的形状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

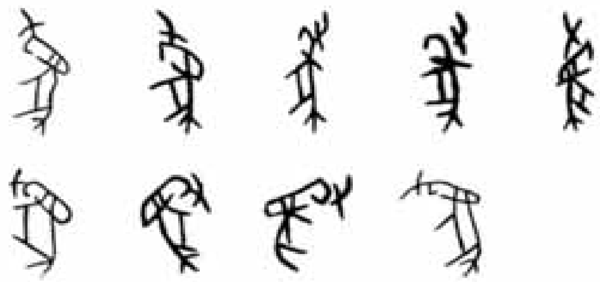


现代楷书

象

为：『手牵象鼻引导工作。』

商甲骨文



两周金文

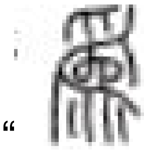
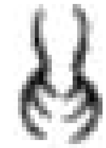
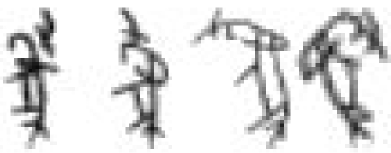
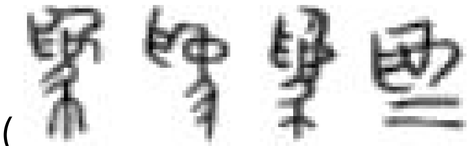
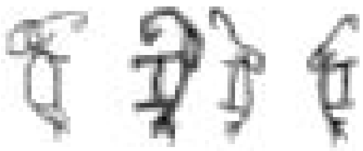
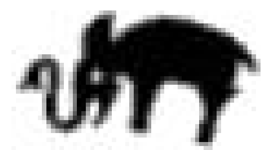


秦小篆



现代楷书

为

“为”字的创意，演化到小篆的时代已经起了非常大的变化，不能看出正确的形象，所以汉代许慎的《说文解字》就说：“，母猴也。其为禽好爪。下腹为母猴形。王育曰：爪，象形也。，古文为，象两母猴相对形。”以为小篆的字形表现一只猴子以手爪抓痒的样子，古文则以为是两只母猴相对的形象。如果上溯甲骨文（）与金文（）的字形，就可以了解，原先是作一只手牵着一只长鼻子的动物，这只动物是象。甲骨文的“象”是个象形字，清楚地描画一种有长而弯曲鼻子的动物（）（铜器的图像，）。那么，有所“作为”的意思应该就是来自大象被驯服以搬运树木、石头等一类重物的创意。

象生活于茂密丛林或热带稀树的草原，是现今陆地上最庞大的动物，现在几乎已在中国绝迹。但地下发掘可以证实，象曾经长期在中国境内生息。浙江余姚河姆渡的一个六千多年前的遗址，出土象的头骨和有双鸟朝阳的象牙雕。河南安阳的商代遗址也出土象骨，并有铸造和琢磨得栩栩如生的写实铜象和玉象器物。四川广汉更发掘出一个约是商代的祭祀坑，掩埋有大量的象门牙及整只的象牙。这说明了象在华北地区曾栖息过，人们有充分的时间观察其生态，做正确的描写。

《帝王世纪》有帝舜死后，群象受其伟大人格的感化，自动地在其墓地周围耕田的传说。西周铜器《匡簠》有作象乐、象舞的铭文，都说明古人知道驯象的技术。帝舜的时候是否已有以牲畜拉犁的知识尚待证实，但从此传说，可知人们晓得服象的事已有长久的历史。象的性格虽温顺，但非洲象体重可达七千五百公斤，肩高三四米。印度象虽体格较小，也重有五千公斤，肩高二三米。当人们初次见到如此

庞大的身躯，一定对之有相当大的戒心。想法加以驯化必是相当晚的事情。

古代中国除以象从事劳役外，还利用其庞大的身躯于战争。《吕氏春秋·古乐》说商人服象为虐于东夷。《左传》更具体地记载楚昭王于公元前五〇六年，用火烧大象的尾巴以激怒之而冲突吴军的阵地，取得很好的效果。在象大量生殖的印度，乘象作战更是常事。

象有终生生长的象牙也是人们珍惜的动机。非洲的大象牙有二米长，四十五公斤重。象牙质地滑润细致，纹理规则，容易刀刻，且不崩边缘，可以雕刻出比玉、骨器更精巧细密的艺术品。《韩非子·喻老》说：“宋人有为其君以象为楮叶者，三年而成。丰杀茎柯，毫芒繁泽，乱之楮叶之中而不可别也。”

象的食量相当大，每天消耗的草料要超过二百公斤。商代的农业已颇发达，很多山林被开辟为农田，人们没有足够的草料大量饲养这种庞然大兽。而且象至少要二十岁以后才能从事稍为复杂的工作，工作效率远低于牛、马。只饲养少量的象，作为帝王的玩物，或应付礼仪所需。大致春秋时代的江南还有些象，故楚王才能应用之于战场。周代以后气候转冷，不再恢复过去有过的温暖，象被迫南迁，寻找更适宜的环境，同时因不符人们的经济效益，加速了在中国境内的灭绝。



图一

青铜象尊

高二十二点八厘米，长二十六点五厘米，商晚期，公元前十三世纪至公元前十一世纪

一一〇

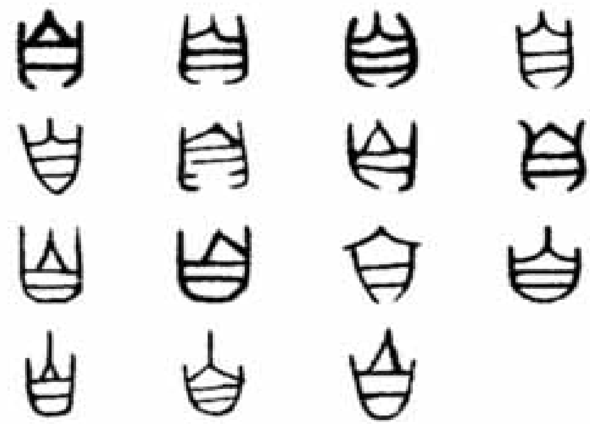
自，嗅觉器官

自：『人的鼻子之形。』

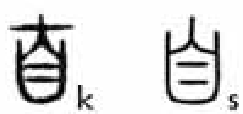
商甲骨文



两周金文

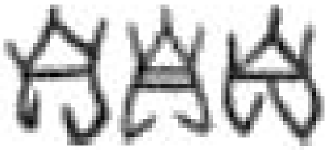
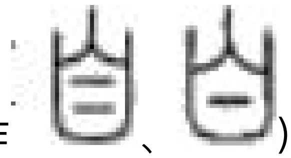


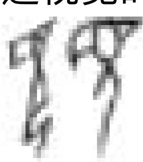
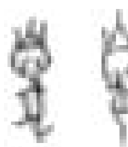
秦小篆



现代楷书

自

鼻子也是颜面的五官之一，在甲骨文的时代，鼻子应该叫作“自”（）。甲骨占卜的词句有“有疾自，唯有害？”，对照“王疾齿”“御疾身于父乙”“有疾止（趾），唯黄尹害”，可确知“自”是人的器官。后来加了声符“畀”，才成现在的“鼻”字。“自”字描画人的鼻子形，把鼻梁、鼻翼的重点都给呈现出来。鼻梁上的皱纹可以是一条或二条。大概弯曲的鼻翼不好画，后来画成了直线，就不那么传神了（小篆作）。

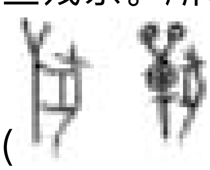
鼻子的功能是嗅觉。若依表达视觉的“见”字，以一个横摆的眼睛在站立或跪坐的人的头顶上之状（）去创意，则司理嗅觉的字就该是一只鼻子在人的头顶上。不过，甲骨文却作一只鼻子在一条犬（狗）之上（）。应该是古人认为狗的嗅觉比人还高明，所以才借用狗的嗅觉来表达。

狗的个体不大，生长缓慢，与其他大型猎物比较，肉食与皮毛的价值少得多。狗之早被驯养，一定有肉食供应以外的特殊条件，否则人们是不会自找麻烦，费心地加以饲养和培育，以改变其野生的状态。狗是很能适应环境的动物，且有强健的下颔、犀利的牙齿、善跑的腿，加上嗅觉和听觉敏锐，适于追逐、捕猎的生活，对早期以渔猎、采集为生的人们来说非常有用。狗无疑是因有此种协助捕猎的用处才被接受的。因此认为狗比农业社会的猪更早被人们所豢养。猪有八千七百年以上的豢养历史，狗应该在之前就已被豢养了。

狗的体能劣于许多大型野兽，难于离群，在野外过独立的生活，因而养成集群合作的本能，易于被早期的人们所驯养。但狗异于绵羊，羊是人们为了获取肉食和皮毛，主动加以驯养的。狗则可能基于

本身的需要，前来依附人们。有可能人们被狗依附之后，才有灵感以之应用于他种野兽而发展畜养的技术。

狗可能自狼驯化而成。因为它们独自捕猎的能力有限，难于同大型的野兽竞争，常无所获而挨饿，以至经常徘徊于人类的居处，吃食人们丢弃的皮、骨、肉等。人们既习惯于它们友善的存在，对自己的生活也不生什么负担，因此温驯者就被留下。通过互相的合作和选择，狗终于失去其野性而成为家畜，帮助人们捕猎。犬于家养后，体态发生了变化，与野狼的主要分别在尾巴上翘。所以“犬”字的主要特征就是尾巴上翘，与肥胖的猪尾巴下垂有别。

人能使用工具以弥补体能上的缺陷，使任何大型、凶猛的野兽都逃不出被擒杀的命运。但是野兽可以深藏起来，逃避被人们搜索擒杀的厄运。在这方面，狗正好有所作用。狗有嗅觉上的天赋异能，能从野兽遗留下来的血、汗、尿、粪等的气味中去分辨动物，并加以追踪、诱发和驱赶，以方便人们的捕杀，从而分得一些残余。所以甲骨文的“兽”字，作一把打猎用的田网及一只犬以会意（）。两者都是打猎时需要的工具，故以之表达狩猎的意义。后来才扩充其意义至被捕猎的对象野兽。“臭”字反映人们完全了解在所知的动物中，犬的嗅觉最为敏锐，故取以表达辨别味道的嗅觉感官。

口径十七厘米，残长十五厘米，北魏，公元四世纪至五世纪



图一

兽面纹陶瓦当

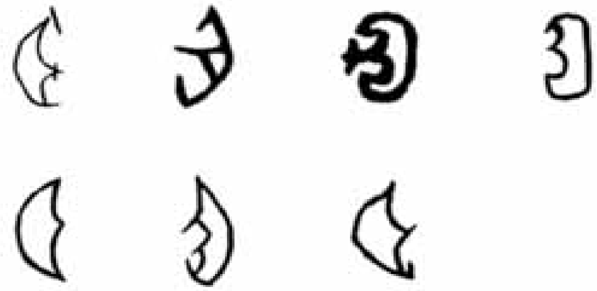
口径十七厘米，残长十五厘米，北魏，公元四世纪至五世纪

一一一

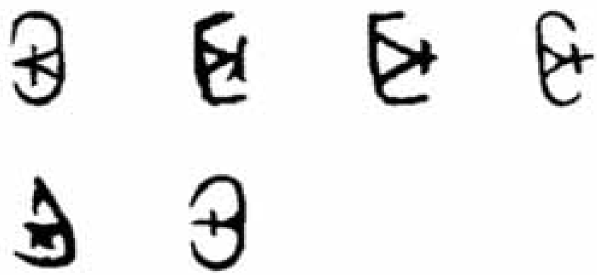
耳，听取音讯

耳：『象耳朵形。』

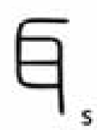
商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

耳

闻：『一人倾耳倾听且有所反应之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

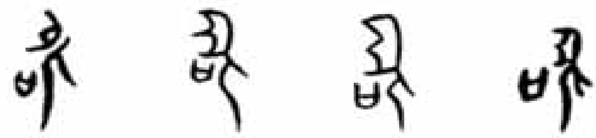


现代楷书

闻

圣：『一人耳朵听力敏锐，能分辨声响，强调天赋体能。』

商甲骨文



两周金文



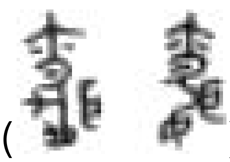
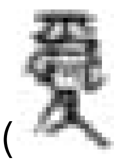
秦小篆

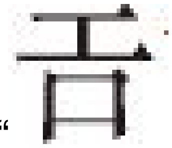
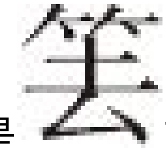


现代楷书

圣

耳也是五官之一，司听觉。野兽也能听，甚至更敏锐。但是人能把听到的内容转述，到了有文字的时代，更能间接用文字记载下来，把耳闻内容传播远地，使流传后代。人能累积听闻、眼见的成果，次第有所发明，这是其他动物所不能的。

听闻不必亲身，可通过转述而得到经验，所以人终成万物之灵。辗转听闻的“闻”字，甲骨文描写生动，作一个跪坐的人，头上有个大大的耳朵，强调耳朵的功能。此人的嘴巴张得大大的，有时还把嘴巴溅出的几点唾液如实画出来。手张开手指，捂住嘴巴（）。整个图画可以理解为：某人听到没有预期的讯息，惊讶得掩住嘴巴，免得讶异之声惊动别人。经过两周的金文时代，字形慢慢起了讹变，耳朵和身体分开了，几点唾液飞到头上。这个字因为还假借为婚姻的“婚”，有人就以为那是戴了结婚的礼帽。人的形状也从跪坐变为站立，又加了个脚趾或女性的符号（）（，籀文“婚”如此）。小篆改用形声字，从耳门声，就看不出创意了。

甲骨文的“闻”字，意义偏重于他人前来告诉，不是前去探听。如《合集》11485：“三日乙酉夕，月有食，闻。”是首都安阳观测不到月食的发生，出乎意料，由方国报闻上来，含有惊讶的成分。《合集》13651：“有疾齿，父乙惟有闻。”是王武丁的牙齿出了毛病，问是不是死去的父亲降下的警告，也不是事前主动去打听的，是得了病后的惊慌询问。又如《合集》6077：“方亡闻。”意思是方不会出乎我意料而入侵国土，让我措手不及应付。

在以狩猎为生或野兽出没的时代，敏锐的听力是种很重要的保命及猎取食物的机能。能够侦察野兽出没的地点及时机，自然增加狩猎的效果，容易在同伴中取得信赖而被敬佩，所以有能力的猎人成为众人所信服的领袖人物。到了较进步的时代，能够与神灵交通而得到趋吉避凶的指示的巫师，就成为众人全心信赖而拥护的人选。

人类由蒙昧而进化到有组织的文明社会，是由无数人的劳力和经验逐渐累积发展起来的成果。其中智力较高的人，有了一些发明的端绪，激起文明的进一步提高，后世以圣人视之。如《考工记》说：“知者创物，巧者述之，守之世，谓之工。百工之事，皆圣人之作也。烁金以为刃，凝土以为器，作车以行陆，作舟以行水，此皆圣人之所作也。”

甲骨文的“圣”字，作一个有大耳朵的人在一张嘴巴之旁，表示此人有聪敏的听力以聆听口所发出的声音（）。其初义是才能远超过常人的人。推广之，能造福社会的人都是圣人。远古的英雄人物都是创造器用的人。虽然这些圣人次第发明各种改善人们生活的劳动方法和器物，为以后国家组织的建立提供必需的物质基础，但他们都还未触及政治设施所必要的种种人为制度。因此在不少传说中，这些早期的圣人就被描写成半人半兽的神物，或未穿着文明产物的衣冠，以表示他们还处于野蛮的时代。如王延寿《鲁灵光殿赋》说“人皇九头。伏羲鳞身，女娲蛇躯”“黄帝唐虞。轩冕以庸，衣裳有殊”。



图一

三彩镇墓兽

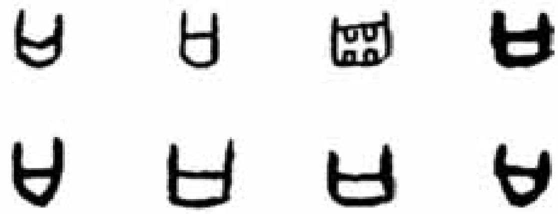
高一百三十点五厘米，唐，公元六一八年至九〇七年。这件镇墓兽大耳张开，防备邪气的入侵

一一二

口，吃饭说话

口：『象嘴巴之形。』

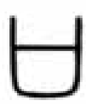
商甲骨文



两周金文



秦小篆



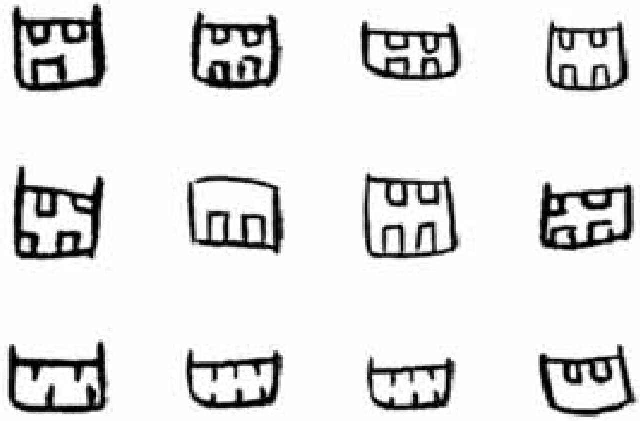
s

现代楷书

口

齿：『口中之齿列形。』

商甲骨文



两周金文

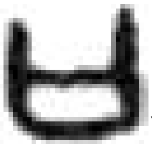
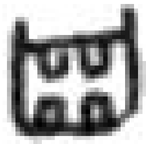
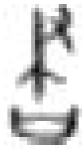
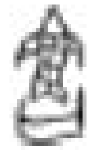
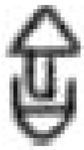
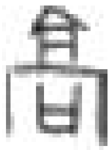
秦小篆

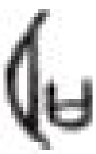
 k

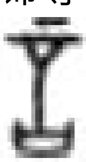
 s

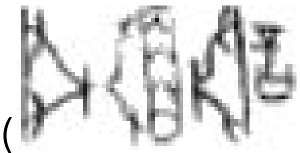
现代楷书

齿

也是五官之一的甲骨文“口”字，很容易看出是个嘴巴的形状（）。口的功能是说话与吃东西。从“齿”字（）知“口”所画的是上唇与下唇的轮廓。不过，这个符号在甲骨文的组合构件中，还被用作代表其他的事物，如容器（，“书”字的墨水皿；，“鲁”字的盘子）、坑陷（，“吉”字的铸造青铜器的坑陷）以及无意义的填空（，“高”字的高楼下空间的填空）。

在五官中，嘴巴的功能最为常用，后代成为表达与嘴巴有关的饮食与说话的形声字的形符（意符）。但在甲骨文的时代，形声字的形式刚萌芽，很少看到以“口”为意符的例子，大都以“口”为创意的成分，如“名”（），以“月”与“口”组成，创意是在月亮出现的夜晚，用嘴巴说出自己的名字，人家才会知道你是谁。

口较具社会意义的功能是说话。总的来说，口常是表达不重要的内容。重要的内涵则用意符“言”去表达，如诰、论、谟、评、议、誓、谛等等。甲骨文的“言”字是以口吹奏长管的喇叭表达（）。这种管乐的一般长度是八尺（约等于一百八十五厘米），所以意义为八尺的“寻”，甲骨文就作伸开两臂以度量某物之状。被丈量的

东西有席子，有乐管（）。伸张双臂不必外求工具，所以八尺是方便、常用的长度单位，所以引申为寻常之意。人伸张两臂是为了探求物体的长度，所以也引申为寻求的意义。

中国古代有一种很奇怪的习俗，可能是为了防止精气外泄，用玉片把尸体的七窍或九窍盖住或塞住（耳二、眼二、鼻二、口一、尿道一、肛门一）。此习俗不知起于何时，到汉代最盛，魏文帝可能基于资源不浪费，或防止陵墓被盗掘的原因，乃下令要他的墓葬“饭含无以珠玉，无施珠襦玉匣，诸愚俗所为也”。从此就不盛行覆盖九窍，但还保留了口琀。

早期的口琀以玉蝉为最常见。有可能是因为口内舌头的形状与蝉相似，但也可能有更积极的意义。生物都有生老病死、消沉荣枯的过程，各民族也都有谋求解脱此困厄的行为与希望。汉代有神马负载灵魂早日去神山的信仰，所以也有可能借蝉的脱壳，表达让老弱的躯体转化新生的希望。

蝉的幼虫入土变成蛹，等筋骨强壮后从土中钻出。幼虫要经过数年的时间，数次脱壳后，才可以达到成虫的阶段。蝉除了聒噪的蝉鸣点缀酷暑的季节，以及壳（蝉衣）可以入药，用于治感冒发热、咳嗽、音哑等症状外，似乎和人类的生活没有什么利害关系。一般说来，一个东西被取为某种意义的象征，必有其合于人们思考的原因。汉代的文学作品以蝉的脱壳现象作为脱胎换骨、破旧立新，进入更高人生境界的比喻。如《史记·屈原贾生列传》用“蝉蜕于浊秽，以浮游尘埃之外”赞美屈原。《文选》夏侯湛《东方朔画赞并序》更有“谈者又以先生嘘吸冲和，吐故纳新；蝉蜕龙变，弃俗登仙”的话语。汉代的人特为信仰神仙，不妨生前以玉蝉作为佩带或玩好物，死后以之作为填塞嘴巴的口琀，希望躯壳虽灭亡，灵魂却可脱离之而进入另一个令人期待的快乐生命。汉以后不兴玉制的服饰，大概就改以饭团替代玉蝉了。

一一三

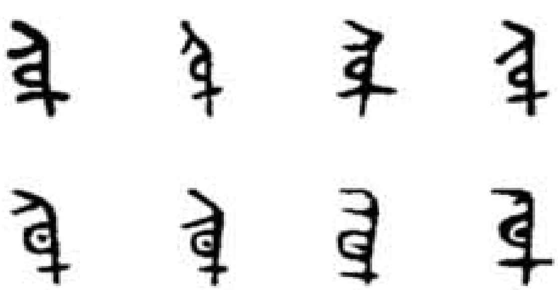
身，可以装胎儿

身：「以线条画出人身腹部的所在。」

商甲骨文



两周金文



秦小篆



s

现代楷书

身

孕：『腹中怀有孩子之状。』

商甲骨文



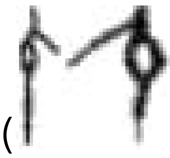
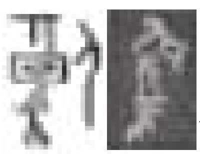
两周金文

秦小篆

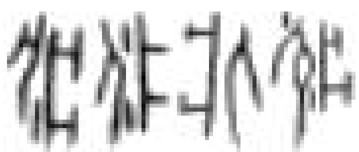
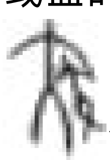


现代楷书

孕

五官的最后一个是“身”，从甲骨文的字形（），很容易看出是用弯曲的线条画出一个站立的人的腹部所在位置。有人以为这是以有身孕的妇女来创意的，因为妇女在怀孕的后期，腹部会膨大起来。腹部虽然装满了五脏六腑，主管总体的运作，大大影响人的生老病死，但从外表看不出腹部有明显的活动，所以有关腹部的字很少。《说文》的身部也只隶属“躯”一个字而已。甲骨文也只有一个形声字“腹”（），意符为人或身，后来被归类于肉部。

肚子里头的器官不正常而引起的疾病是非常多的，这大概是医术进步以后才了解的事。在商代，人们对于疾病的了解大半有限，恐怕还是非常难分辨出腹部的种种异常。商代王室有关病疾的卜问，提及的都是病人能感觉到的疼痛以及不舒服的部位，如身头、手脚、耳目、口鼻、骨齿等等。

甲骨文的“疾”字有两种写法：比较早期的作一人躺于床上，身上流汗或血的样子（）；后期作一人的身上中箭之状（）。这两种不同的表现，似乎表明不同的病痛原因。前者可能起于内在不可见的因素，后者明显是由于外来可知的事故。这两个字形合并起来就成今日的“疾”字。疾病是人人所厌恶的，一旦得病就要赶快加以医治，故“疾”字有厌恶及疾快的引申意义。表明商代已讲求对策，积极医治疾病，不是处于等待死亡，或放任它自然病愈的时代了。“疾”字的其中一形，把凸出的腹部画了出来，不知是否有意强调是腹部的症状。

一个种族能否存活，生殖能力的强弱常是重大的因素。死是不可避免的自然规律，所以人们最大的希望是后代能代代坚强地永远繁殖下去。因此甲骨文有求生的卜问，是卜问生育而不是生命。商代有三个字关系到生产的过程，即怀孕、临产和安产的三个不同阶段。“孕”字作一个人（妇女）的腹中有一个胎儿之状（）。甲骨文还有一个有趣的字，作母象的腹中怀有小象之形。甲骨文卜问生育少用“孕”字，大都用“娩”字。《合集》21071：“王曰：有孕，嘉？扶曰：嘉。”古人很重视男嗣，商代称呼生育男婴为嘉，女婴为不嘉。这条卜辞是商王询问怀孕的结果会是嘉美的男婴吗？贞人扶参考了烧灼后的兆纹，答案是嘉美的男婴。

生产在不久以前还是件危险的事，在古代更是冒生死的事。商人对整个过程都很慎重和关心，在预产期几个月前就不断地卜问其安全。如：“甲申卜，殻贞：妇好娩，嘉？王占曰：其唯丁娩，嘉；其唯庚娩，引吉。三旬有一日甲寅娩，不嘉，唯女。”（《合集》14002）卜问后三十一天生了个不嘉的女婴。“辛未卜，殻贞：妇妌娩，嘉？王占曰：其唯庚娩，嘉。三月庚戌娩，嘉。”（《合集》454）经三十九日才见顺利生产了一个嘉美的男婴。至于“妇好娩，不其嘉？王占曰：……不嘉。其嘉不吉。于□，若兹，迺死。”（《合集》14001），则预测若生了男孩将会不吉，果然生下的男婴死了。

一一四

我，仪仗武器

我：『刃部象锯齿或波浪形的兵器形。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

我

义：『我形武器的端部有钩或羽毛一类的装饰。』

商甲骨文



两周金文



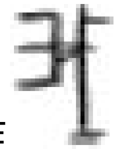
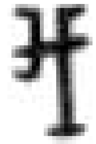
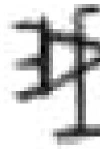
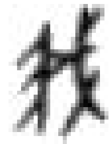
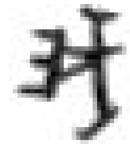
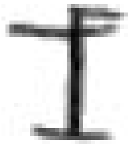
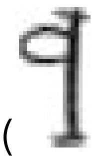
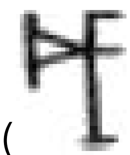
秦小篆

義 s

现代楷书

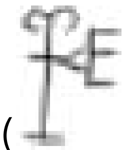
义

说到自己，这是每一个社会在交谈时都会碰到的事。交谈时不成问题，但如果想把交谈的内容记录起来，就会有点麻烦了。因为每一个人的脸孔都不一样，也不是人人都能把自己的脸孔逼真地给描绘出来，让人一眼就能辨识。因此如要创造一个文字的意义是自己，最方便的方法就是借用一个同音的文字去表达。甲骨文最常用以表达自己的字是“我”。那么，“我”的原形是什么呢？

甲骨文的“我”字，作、、、、等形。从好几个字形，可以了解它是一件捆绑在长柄上的工具。像“戈”（），是捆绑在木柄上而有长刃的杀人武器形。“戉”（钺）（），是捆绑在木柄上的宽弧刃的重兵器形。“戌”（），是捆绑在木柄上的窄长平刃的仪仗武器形。看起来，“我”字就是一把刀刃呈现锯齿或波浪形的兵器了。

竞争是自然界成员为了生存所不能不采取的手段。在寻求必要的生存物资时，当双方的利益不平衡，为了保存自己，不能不通过各种途径以达到压制对方的目的。战争是压制对方，解决争执的有效方法之一。最激烈的行动是把对方消灭。在可以行动的人及动物界，用攻击的手段加以屈服、伤害对方是很平常的事。

很多野兽奔跑迅速，身躯强壮，爪牙锐利，非人类所能匹敌。但人类有充分的脑力，可以借助他物来防御自己，去攻击野兽。所以在长久的斗争中，人类终于成为胜利者。野兽完全失去反抗人们的能力。在人与野兽争斗的时代，因为人与兽的智力悬殊，不必创造太精良的武器就可以制服它们。但到了人与人相争的时代，如果没有更优良的武器与战略，就难于压服智力与体力相当的对手。所以随着战争规模的扩大，武器愈见犀利，战斗的应用也愈见灵巧。武器成为人类最可依靠，最足以惊吓他人的工具。因此武器不但是杀敌的利器，也是炫耀威权的仪仗。

甲骨文有个“义”字（），字形与“我”最为接近，只在我形兵器的柄端加上两条弯曲的装饰物而已。“义”有人工的、非本来的、非实用等意义，可以了解，“义”是种表达身份，非实用性质的仪仗器，以美丽为制作的重点。

杀人的武器与表现威仪的仪仗有个绝对不同的重点。为了达到更大的杀伤能力，武器不断被改良。为了适应新形势，也要创造新的武器。一旦有了更具威力的武器，就会把效用较差的放弃。以戈为例子，初时铜戈以下边的利刃砍劈或钩勒敌人。后来戈刃逐渐被改良，把它延伸向下而成为胡，使刃的长度和攻击的角度都适度地增加，以对付穿戴保护头部的盔胄，针对攻击颈部与肩部的新目标。同时为了要增加铜戈捆绑于木柄的牢固度，也在戈的胡上铸造孔洞以方便捆缚，并把木柄做成椭圆形以方便掌握。后代的遗址就很少看到早期的形制。反观源自工具的钺、戚、斧等种类，就没有什么相应的变化，一直保持同样的形式，很难从形制看出其时代性。反映了实用性与非实用性的差别。



图一

青铜钺

长二十二厘米，刃宽十三点六厘米，商代晚期，公元前十四世纪至公元前十一世纪

一一五

冃（帽），男孩老虎帽

冃：『小孩帽形，加目成冒，指示是头上之物。』

商甲骨文



两周金文

秦小篆

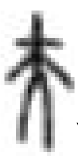
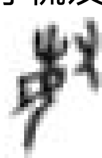


现代楷书

冃

人类自从习惯了穿戴衣物之后，衣物就成为社会每一分子都必要的装备，从头上到脚下都有相应的配备。

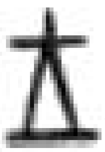
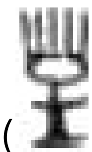
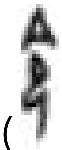
头上长发是人类所共有。各民族的头发虽有稠稀、长短、曲直等不同的性质，但因都是生长在人身最高的地方，部位显著，除了头发本然的隔绝冷、热的功用之外，就兴起了其他各种各样的社会功能。譬如佛教认为它是烦恼之源，表现世俗的欲求，要剃去以示隔绝世俗。但有的宗教则反而要留长它，以方便被神灵抓着上天堂去。其他或如以发型表示年龄、婚姻状况、社会地位，都在很多社区发生过。中国古代有以梳发成型表达年龄与婚姻状况的习俗，因此覆盖头部的帽子自然也有了不一样的形制。

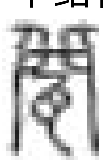
中国古人在成年之前，一般让头发自然下垂，或稍加束缚，但到了适婚的年龄，不管男女都要把头发束括起来盘在顶上或放到脑后，最主要的原因当是顺应工作的需要。固定头顶上的发髻，最简单的是用一支笄。甲骨文的“夫”字，作一个大人的头上插有一支发笄的形状（）。笄的主要作用是把头发束紧起来不使松散，附带也起装饰及分别等级的作用，故雕刻繁缛的骨笄只见于较大的墓葬。结发是成人的装扮，男人平常只用一支笄，故“夫”字的意义是成年的男人。女子则到了成年，可当妻子之后才梳发，插发笄，故甲骨文的“妻”字，作跪坐的妇女在装扮头发之状（）。大人需要工作，长头发自有妨害之处，故要有应变之道。

大部分男女的头发都可以长过腰际。如果让松散下垂的头发无限制地生长，就会妨害工作，因此就要想办法把它弄得不妨害工作。当人们到了不只从树上采摘果子，或在地下挖掘块根，而是要追逐、捕捉野兽时，就会有束括头发，使不妨碍视线与工作的需要。剧烈的工作都由男子从事，因此束发也很可能始自男性，而不是女性。头发束括之后才可以加插装饰物，就可能有修饰与增美的动作。

整理头发是基于工作的需要，还可以从一些后世的风俗中得到印证。日本在战国时代（公元一四八二年至一五五八年）以前，不管身

份高低，女性都顺其自然，梳成长长的垂发，最多用油脂的东西把它梳得乌亮而已。身份低的人，为了应付繁忙的生活，觉得散长的垂发多少对工作造成不便，于是乃有于劳动之际才束发于脑后的风俗。这种形式渐为一般人所接受，才普遍结发，而且又受歌舞伎装扮的影响，演变成普遍梳成各种各样复杂的髻。

当社会进入有阶级分化的时代，就开始要分不从事劳动的贵族以及从事劳动的大众。不事劳动的贵族要穿不便工作的长衣，并佩玉。人们没有必要为了美丽的形象而剪短头发，如果嫌头发太长，最多总括之而使下垂于脑后。但劳动者为了求得工作上的方便，不能让它自然下垂，就得想办法加以剪短，或拘束于头顶或脑后。如果有必要把高耸的头发覆盖住，为了不打乱发型，覆盖物就要做成高耸的穹顶形式。所以大人的各式帽子，覆盖头的部分就制成不破坏发型的高耸形式，如“王”（）、“皇”（）为常戴高耸帽子的人物，“令”作头戴帽子是发号施令的人（）。覆盖物都作三角形就是为了不弄乱发型。

小孩一般不必从事繁重的工作，头发不会妨害工作的进行。甲骨文的“冃”（帽）字（），是俗称老虎帽的形象，《说文解字》的解释是“小儿及蛮夷头衣也”。上部是分歧的装饰，两旁是护耳，中间是覆盖头部的部分。小孩子不结髻，故是平顶的。《说文解字》有个意义为软皮的“”（）字，上部就是这个“冃”，下半是手拿着一条软皮，创意是柔皮是制作帽子的材料。因为如用硬皮制作，就会伤及头部。

一二六

佩，腰带的垂饰

佩：『悬吊在腰带的玉佩及人形。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆



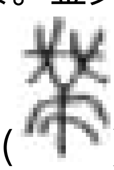
现代楷书

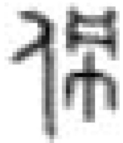
佩

衣服裁剪的形式颇受生活习惯和采用材料的限制与影响。游牧的民族，为了要骑马奔驰，照顾牲畜，就得选择经得起摩擦的材料，因而选用他们易得的坚韧毛皮材料。他们也要求裁剪合身以利行动。兽皮因其形状不方正，大小也因兽类而异，要割成多块再加以缝合。毛皮也厚重，不便大幅度地叠折，故随身材的曲线而裁剪为紧束、窄短风格的衣物。至于农耕的社会，桑麻是较易取得的材料，而且工作的性质也不磨损衣服。为了省工，就尽量保持由织机织出来的原来布幅，不多做曲线的裁剪以求合身，故形成宽松、修长的风格，有一定的布幅，可适合各类高矮胖瘦的身材。

中国很早就进入农耕的时代，桑麻是比较容易得到的制作衣服的材料。纺织的布帛轻薄，但是边缘会绽散，必须要把布帛的边缘缝起来。通常用一条窄长的布幅，把已修剪完成的衣幅，由胸前经过肩膀，绕过头部而回转至腋下包裹缝合起来，于是就自然形成交领的形式。这条窄长的边纯也发展成刺绣不同的花纹以表示不同的身份。交领的衣服，两边衣幅相交叠，可以适应肥或瘦的不同身材。

衣服裹住身体，形之于外，远远一眼即可辨识其样式，较之体形、脸孔或肤色，都容易辨识。所以采用异族的服式也就成为屈服及认同异族的表示。春秋时代普遍以之作为政治的手段，夷狄能改行华夏的服制和习惯的，就以华夏视之，吸收了大量的同化者。《论语·宪问》孔子赞美管仲驱逐夷狄而保存华夏的文化时，也强调“微管仲，吾其被发左衽矣”。左衽就是一种交领的服装。

交领的衣服没有纽扣，要以带子束紧。金文的“带”字，作衣的腰部被带子束紧之后在下摆所形成的褶纹状（），但也可能表现带子及其束缚后下垂的末端形，如图一。

带子不但可用以束紧衣服，也可以用来携带工具及装饰物件，故引申有携带的意思。带子的功用很多，工作时可携带工具，打仗时可携带武器，行礼时可佩带玉器，平日家居则佩带日常生活的小用具及拭擦脏污的佩巾。《礼记·内则》所载的众多东西中，最具实用性的是“巾”，男女都佩带。所以金文的“佩”字，作宽腰带之下（一般人用窄带）佩带有下垂的巾形（），旁边的人形表示是佩戴在人身上。贵族常佩带成串的玉饰以显现高贵的身份，故“佩”常指称贵重的玉佩，而不是价廉的手巾。也很可能“佩”字形的宽带之下所垂挂的东西是玉佩，只是字形似手巾而已。

当玉器开始被佩带于腰际时，其形制一定颇为简单，只选择一二件穿系以佩带，颜色单调，形式也简单。后来其装饰形制就越来越复杂和讲究了。到了东周时代，已重视成串玉片的排列组合，不但讲求大小高低成组，而且也注意颜色的调和，就成为中国特有的服饰。玉佩组合的形式虽有多样，其基本形制可以从《大戴礼记·保傅》中看出：“下车以佩玉为度，上有双衡，下有双璜、冲牙、玭（pín）珠以纳其间，琚瑀以杂之。”真是珩璧相连，冲牙和鸣；玉白组玄，琚赤瑀白。不用说玉的价值，只看其五色相宜，色彩缤纷，移步铿锵，真是美丽优雅至极，是少数不从事生产劳动的贵族才用得着的东西。



图一

一一七

屯，包裹厚重

屯：『捆缚两片肩胛骨而套成一对之形，为计算甲骨的单位。』

商甲骨文



两周金文

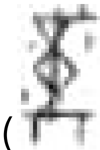
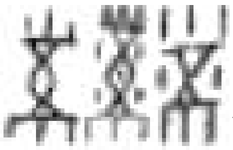


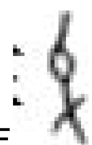
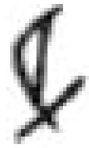
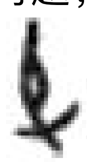
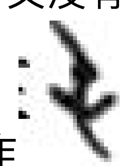
秦小篆

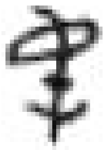
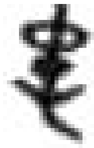
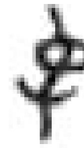
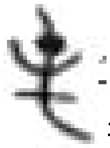


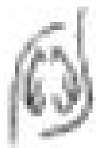
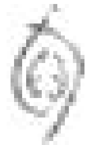
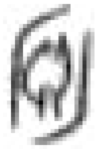
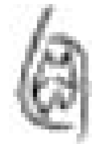
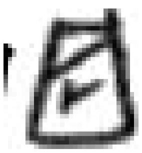
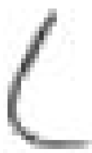
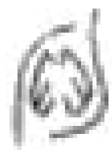
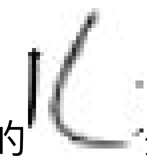
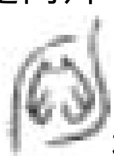
现代楷书

屯

上文谈到，古代为了防止布幅的边缘松散，使用另一块布幅把边缘包裹而缝合起来。习惯使用一条窄长的布幅，由胸前经过肩膀，绕过头部而回转至腋下缝合起来，因而形成交领的形式。这条窄长的边纯也发展成刺绣不同的颜色与花纹以表示不同的身份，既有防止边缘线绽松散的必要，又可增加美观。这种设施在铜器铭文里叫黹屯。甲骨文的“黹”字，就是作两个己形一类的图案相背或钩连的形状（）。基本上“黹”字是表达刺绣等使用缝衣针的工作。所以这些窄布幅的制作，最先当是采用刺绣的方式，后来织机发达了才采用纺织的形式。“黹”字后来发展成形声字的黼、黻，以表示最常见的两种颜色图案。这些已刺绣的边纯是上级赏赐下僚，以标志荣庆及权威的东西，不是可随意服用的。《礼记·郊特牲》就说，中衣有丹朱绣黼是中大夫的僭制，所以绣黼也是历代衣制的重要内容。汉代文献反映其价格比织锦还要高贵，不是高级的统治者，难于大量在衣服上刺绣。商代的雕像少见衣服布满刺绣的，大都在衣领、袖缘、衣缘、宽带等处刺绣而已，如图一。

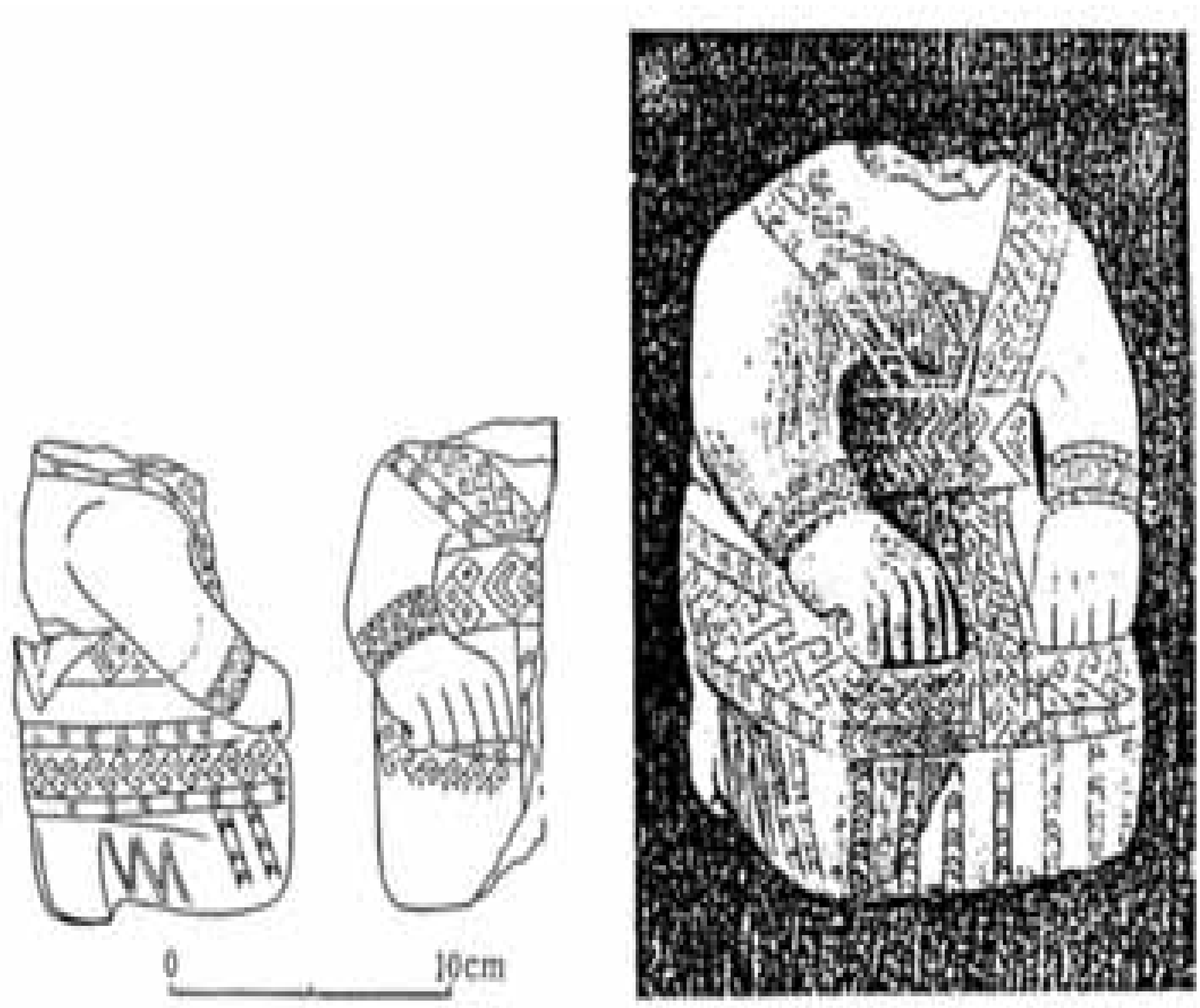
“黹”字的创意不成问题，现在要谈的是黹屯的“屯”字。甲骨文的“屯”字作、、等形。此字在甲骨卜辞中主要作方国进贡上来的，一对已捆扎好的牛肩胛骨，以及困顿的意义。《说文》的解释：“，难也。屯，象屮木之初生，屯然而难。从中贯一屈曲之也。一，地也。易曰：屯，刚柔始交而难生。”字义没有错误，但是所说的创意恐怕就大有问题了。此字在两周金文中作、、

、、、等已失真的字形，到了小篆的时代更有讹变，汉代的许慎看不出其创意也是应该的了。

单看此字的甲骨文字形，因为太简单了，很难猜测其真正的创意。但是另有线索，甲骨卜辞里提到方国进贡甲骨材料的例子只见于第一期与第四期。较早的第一期，用于计算的单位，因为一只牛只有两片肩胛骨，所以两骨成一对为、、、，单一的为。第四期则用屯与。学者考证，是鸟瞰的形象，被两道绳索所包裹的是两块肩胛骨的骨臼的形象。第四期的是一片甲骨的侧面形象，则是两片甲骨包扎起来的形象，斜的一横表示捆绑。因此“屯”字的创意和相同，都是把两片甲骨包裹起来成一包的样子，和《说文解字》所诠释的小草从地下冒出来完全没有关系。

有了以上的认知，可以了解，“屯”字的主要创意是把东西包裹起来。铜器铭文的黹屯应该是把衣缘缝合的刺绣，命名的重点是里外都包扎起来，而不是在边缘上。上下把布帛包住当然就比较厚重。所以铜器铭文的“秉德共屯”“余用匄屯鲁于万年”都是丰厚的意思。鄂君启的舟节和车节的“屯三舟为一舿”“屯十以当一车”的铭文，意思是联合三条船为一个舿的单位，联合十个挑担算作一车的载运量。联合、屯积都是从把东西包围起来引申的意义。至于屯难的意义，有可能是从被捆

绑起来而引申为困苦、困难一类的意义。可以肯定，“屯”字原先应该没有边缘的意思。



图一

一一八

止，走路脚步

止：『象脚有趾之形。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

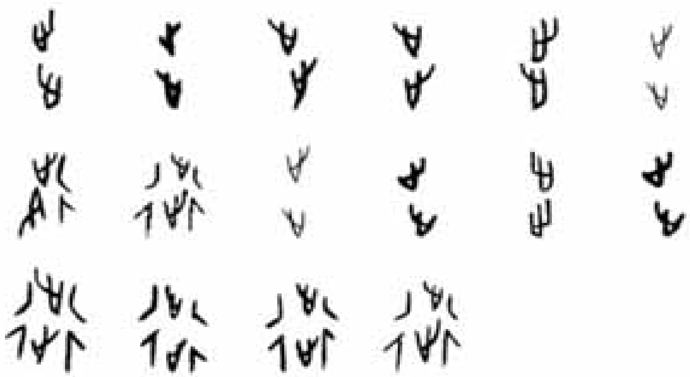


现代楷书

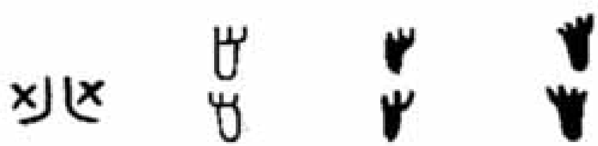
止

步：『以两脚步行的上下位置表达其走路动态。』

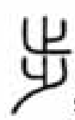
商甲骨文



两周金文



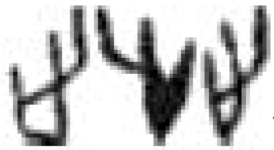
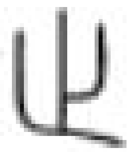
秦小篆


s

现代楷书

步

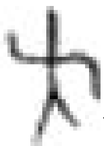
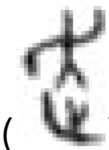
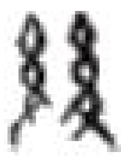
人是种会移动的生物。生物移动的方式有多样，移动的速度越快，移动的范围越广，则获取资源的机会也越多。人类虽不是移动最快的，但移动的范围最广，应该是不成问题的。

人的移动主要是靠两脚的运动，但人的脚除了移动之外，还可以从事很多的活动，这一点也是其他动物比不上的。在三千三百年前的甲骨文时代，脚一般用“止”去称呼，如“疾止”是脚有了毛病。“止”的甲骨文字形（），参照金文的族徽符号，应该原先是有五趾的，后来为了书写笔顺的方便，省简了两个指头，所以成了三个脚趾。《说文解字》的解释：“，下基也。象艸木出有址，故以止为足。”了解“止”与“足”有关是正确的，但因为字形已稍微起变化，看不出是脚步的形象，因而解说是草木冒出土地面的形象。甲骨文另外还有一个与脚有关的患病部位“足”，看起来是整条腿的形象（）。此字后来假借为其他意义，就很少使用早期的意思了。

人类要有接触，经验才能交流而增广，这是文明促进发展的重要因素。越落后的社会，其处境就越闭塞。世界上没有一个高度文明的国家不伴随着快速而有效的交通传递网。没有快速的交通，政策及信息都没法及时下达，难于建立中央控制的政权而成为大帝国。尤其是商业，没有价廉而有效的交通使交流的速度加快，流量扩大，地域增广，贸易就难进行，产业也难扩展，城市难建立。

用脚走路是人类最原始的本能。起先必然靠脚的运动才能到达目的地。在次第有了各种代步工具的发明后，人们用脚走路的需要才渐减。甲骨文的“步”[1]字，作一前一后的两个脚步印（），表示行进的动态。行走时两脚的拇指一定是对内相对的，如果两脚的拇指同在一边，就寸步难行了，所以与行进有关的步伐，两趾一定相

对。如果拇指是同方向的，就表达其他的意义了。后来人们常走的途径成为行道，所以此字有时又附加行道的偏旁（），使行走于道路的意义更为清楚。

在缓慢的步行运动过程中，双手虽也摆动，总不如脚步明显，故两脚即足以表达行走的意思。如若快步行走，就需要两手前后摆动以促进速度。意义是快步行走的“走”字，早先作两手上下摆动的人（），后来又加上一只脚（），或行道（）。如果强调快跑的速度，就是“奔”字，作摆动的双手和三个脚步，描写疾奔于眼前的连续快速脚步状况（）。脚步如果受到限制，不能正常跨步，行走起来就会缓慢而后于人。所以甲骨文的“后”字，原来作脚上捆缚有绳索之状（），后来才加上行道（）。脚被绑住大概是罪犯或俘虏的形象，对他们的行动当然要加以限制以免其反抗。

经常被人们脚步践踏的途径，渐成与两旁荒草有别的道路。而到了青铜时代，产业渐兴，人口繁殖，人们多集中于村邑或城市居住。村邑或城市之间常行走的捷径就被开辟为大道。甲骨文的“行”字作十字路口形（）。那是规划出来的道路，不是众人无意间走出来的羊肠小道。行道是为人们行走的便利而修建的，故在文字里，“彳”（行的左半）、“止”与“辵”都作为有关道路及行动的意义符号。

注释

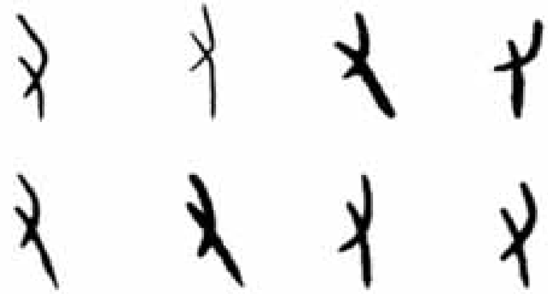
[1]“步”字在〇四二一节亦做过介绍。——编者注

一一九

又，右手，制作器物

右：『右手掌形。』

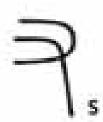
商甲骨文



两周金文



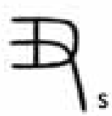
秦小篆

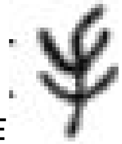
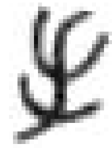
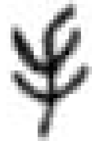
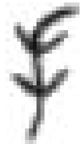


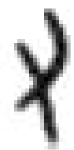
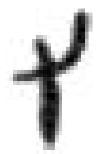
现代楷书

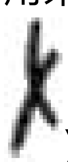
又

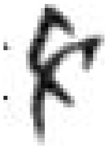
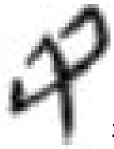
丑：“手指弯曲，用力扭抓的情状。”

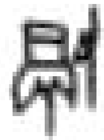
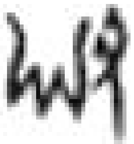
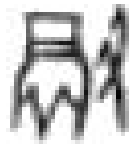
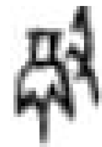
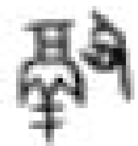
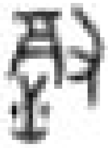
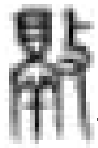
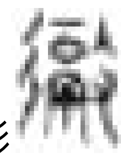
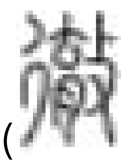
商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	
现代楷书	丑

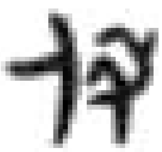
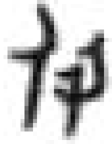
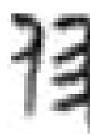
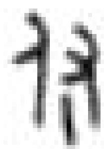
在所有的动物中，人的脑力最为发达，可以从事细密的思考。但若只有敏捷的思考而没有灵巧的双手，则器物也无法制作，文明的基础就建立不起来。双手可以说是人类用得最多的器官，理应有文字表达它。甲骨文有得疾病的各种器官的字，如“身”“首”“目”“口”“自”“齿”“疋”“止”“舌”“骨”等，就是见不到“手”字。“手”字首见于金文，作、、、等形，《说文解字》解释“拳也”，可以知道描绘的是有五指的手掌。手掌只是整只手的最下端部分。金文的用法“拜手稽首”，似乎重点也是手掌的部位。

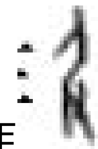
虽然甲骨文没有“手”字，但描绘手的动作的字却非常多，手的构件以“又”表达。甲骨文的“又”字作、等形，《说文解字》解释“手也”，则创意应是有手指的手臂形。好像只画出三个指头，《说文解字》说：“三指者，手之列多略不过三也。”但创意可能不是省略另外两个指头，而是抓握东西时，后头两个指头被遮盖住而见不到，故只画出见到的三个指头。

“又”在甲骨文里有几个意义，最常见的是有无、再有、福佑以及某种祭祀的名字。偶尔使用为“右”的意义，它应该比较近乎本义。“又”是右手的形象，用来表达右侧的意义是很容易被理解的。所以“左”字就作左手的形象（）。以左、右手的形象作为区分左右的意义应该是没有问题的，但因为甲骨卜辞的记载，不但句子常是正问、反问对称的，字形也往往写成对称。其他的字左右异向不会产生混淆，但左、右就可能混淆，于是到了金文的时代，就习惯在“右”的意义中加“口”，“左”的意义中加“工”的分别符号，就不至于产生混淆了。

甲骨文还有一字也是以手指创意，即假借为干支的“丑”字，作、等形，也是有三个指头的手臂形，只是手指都作扭曲之状。人的手指之所以特别，就是有分节，可以弯曲。用力抓紧东西的时候，手指要紧紧扣住才有力，或接触弯曲处，它的作用是很大的。我们发现，甲骨文如把弯曲的手指描绘出来，都有其特殊的用意。略举几例说明。

甲骨文的“彻”字作、、、等形，由两个单位组成，一是古代煮饭的器具鬲，一是丑。鬲是一种袋足的炊煮容器，可以节省薪火。但是黏固在袋足里的饭粒不易清洗，要用手进去抠除，才能确实、彻底清洗干净。不像实足的鼎，或圈足的皿，用刷子就可以清洗干净了。对鬲的使用来说，弯曲的手指除了做清洗的动作，别无其他用意，故容易理解其创意。此字的金文字形、、已稍有讹变，幸好《说文解字》的古文字形还保留重点，可以跟小篆的字形做比对（）。

金文的“付”字作、、、等形，意义是给付，《说文解字》解说其创意：“，予也。从寸持物以对人。”好像是不错的样子。可是仔细一想，恐怕创意重点没有把握到。这字较早字形以“人”与“丑”组成。“丑”的重点是扭曲的手指，和“及”字做

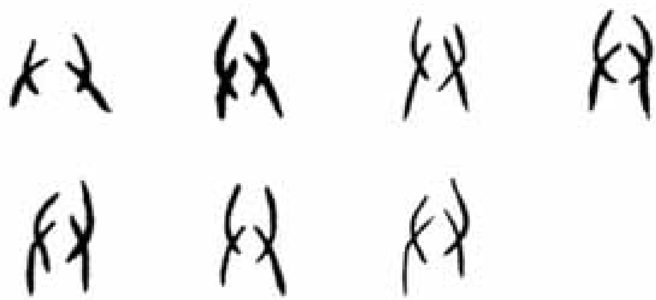
比较，其分别才明显。“及”是追及的意义，作，表达一只手从后面要抓住某人之状，这是还没抓到的形象，手指还没有用力紧紧扭住。“付”则是已抓住了，手指弯曲用力紧紧抓住的情景。所以“付”的创意重点在于紧密的附着，已经抓在手里了。“及”字则表示还未抓到。

一二〇

廾，双手操作

廾：『双手前伸，有所动作之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

廾

戒：『双手持戈，警戒之状。』

商甲骨文



两周金文



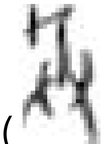
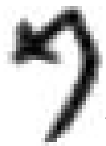
秦小篆

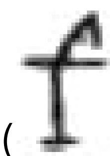
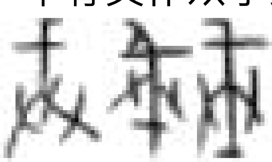
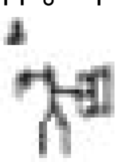


现代楷书

戒

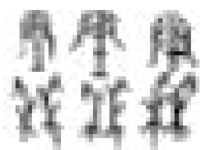
人类的手，于能利用材料制作器物外，也同时能灵活使用器物，方便很多工作的进行。人不但能单手使用器物，也可以双手协调，使用大型的器物。以下介绍几个字。

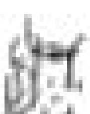
“兵”字，甲骨文作双手拿着一把装有柄的石斧（斤）状（）。“斤”是早在原始社会就已有制作的工具，字形是描绘一把在木柄上捆缚石头的发掘或伐木工具（）。石头只要够厚重和有棱角，就足以造成杀伤力，所以在青铜发明以前，借用现成的石斧就足以对付野兽，不必另为制造武器。不但新石器时代的人们以工具作为武器，就是后代农民反抗政府的苛政，没有合适的武器时，也暂时使用农具替代。到了有坚韧锐利的青铜材料的青铜器时代，此时争斗的对象已不是动物了，是智慧相等的人类，也因此不但武器改以青铜制作，连器形也针对人类的弱点，改良成戈、矛一类了。“兵”本来的意义是武器，后来才扩充以表示持用武器的兵士。

“戒”字，甲骨文作双手紧握着一把铜戈（），表现出警戒的备战状态（）。铜戈是利用挥舞的力量，以刀尖砍劈头部，或借用锐利的刃以割拉脆弱的颈部，而达到杀敌的目的，其初形有可能是取自农具的镰。戈是战争升级、国家兴起的一种象征。短柄的戈长度大致为八十几厘米到一米左右，可单手使用，让另一手拿着盾牌保护身体。甲骨文及金文都有作一手拿着短戈，而另一手拿着盾牌的字形（）。但短兵距离敌人近，比较危险。若加长，远

距离攻击就比较安全。柄长若超过两米，就得使用双手持拿，同时也增加挥舞的力道，造成更大的伤害。不作战的时候，长戈也可用单手持拿，但备战时一定要双手拿着，才能适时反击，所以用双手持戈以表现警戒的备战状态。

“具”字，甲骨文作双手从上提携或由下捧着一个陶鼎之状（）。鼎（）是圆腹或方腹而有耳与足的煮食器形。中国使用鼎形器烧饭煮食起码公元前六千年就有。鼎的结构就是一个烧煮食物的灶。它可以被移来移去，不受限于某一固定的地点。远古时代，住家只是夜间休息所，面积窄小，难于把火膛设在屋里，煮食都在户外。遇到雨天时，能移动、能搬进屋子的鼎，比之固定于户内的火膛，方便处显而易见。鼎的尺寸一般高十几厘米，宽也有十几厘米，要用双手提携才方便使用，故创字时就描绘双手。鼎是家家户户每天都要使用的烧食器具，故双手捧鼎就可以表达具足、具备的意思。

“秦”字，甲骨文作双手持拿杵棒捶打二捆禾束之状（）。谷类食物都有坚硬的外壳，要去掉后才能吃食。“秦”的意义是精米，知捶打的动作应该是去外壳，不只是把禾秆上的穗粒打下来而已。

“舂”字，甲骨文作双手持杵在臼中捣打之状（）。人类一旦有了谷物的采集行为，大概也就开始有去壳的工作。公元前五千六百年的河南新郑裴李岗遗址，以及稍晚的密县、巩县和河北的武安磁山等古老遗址，都发现专为去壳的石磨盘及石磨棒。在磨盘上碾压以去壳可能比较费时间，而且谷粒也容易跳动逸出盘外。到公元前四千多年的西安半坡和余姚河姆渡遗址，就发现木与

石制的臼与杵了。这时大概也挖掘土地为臼，铺兽皮于其上以舂打谷粮。

一二一

攴，单手持棍棒

攸：『手持杖打击一人之背部，后加流血之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



秦刻石

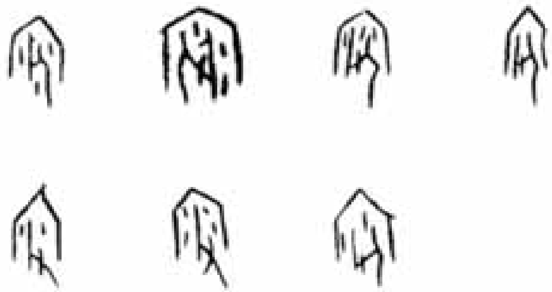
S

现代楷书

攸

寇：『强寇手持利器破坏屋中之物。』

商甲骨文



两周金文



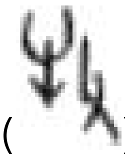
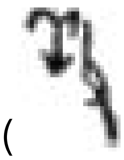
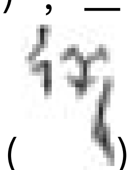
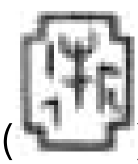
秦小篆



现代楷书

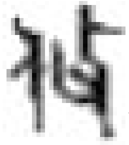
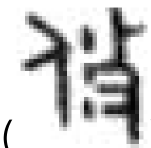
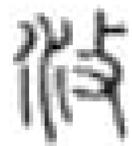
寇

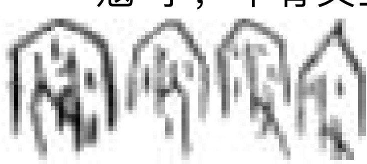
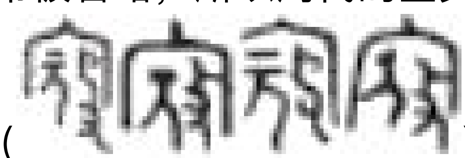
在人的器官中，手指最为灵活有用，可以有效地操作各种器具，达到各种特定的目的。手还可以持拿长的工具以补足不够长度的缺点。在文字的结构上，单手持拿长器物就成为一个定型的“攴”，是形声字的重要意符，表达和指挥、操弄、打击等等动作相关的意义。以下介绍几个字。

“牧”字，在〇九四一节已做介绍，甲骨文字形共有四种写法：一作单手拿着一根牧杖在驱赶牛只之形（），二是另加上一个行道或再加一个脚步（），三作单手持杖驱赶羊只之状（），四作此形加上一个行道（）。从字的意义知道，这是描写以工具驱赶牛羊的放牧景象。从金文含有“牧”字的族徽符号（），推知“牧”字在创字时，畜牧已是在行道之旁驱赶的辅助性生产方式了。后来省略了道路的部分。后来又因羊没有农业上的大用，且需牧草作为饲料，难于与农地共存，少见饲养，也被淘汰，而现在只留以杖驱赶牛的字形表达畜牧的意义了。

“赦”字，金文作单手持杖策鞭打一人至流血的程度（）。这是一种赦罪的方式，以较轻的痛苦替代更大的痛苦。法与罚是相辅相成的办法。法是规范社会中人人应遵行而可预期的行为，罚则是维持法则能顺利施行的手段。在阶级尚不分明的社会，法与罚对于每一成员的适用是没有偏差的。但是到了阶级分明的时代，法渐渐成为强者加于弱者的规定。弱者只有接受、履行规定的责任，难有挑战的力量。为了维持有效的控制，一方面对被统治者发出不留孑遗的严厉警告和措施，但另一方面，对于有挑战力量的贵族，却要给予宽恕

和容忍。比如对于犯法的贵族给予以财物代偿的惩罚，免除了身体上的永久性伤残。在一个西周时代的铜匜上，铭文记载一个小贵族触犯了被鞭打一千下及脸上刺墨的永远耻辱性的过错，就宽恕之，用鞭打五百下的短期性痛苦及罚金以完了罪过的行为。若是没有特权的普通百姓，大半就没有这么幸运了。

“攸”字，创意与“赦”字类似，甲骨文作单手持杖策扑打一人之背部状（），到了西周中期演变成两个字形：一是人之背后增一直线（），一是增三下垂的小点（）。《说文解字》的解释：“，行水也。从支从人，水省。，秦刻石峄山，石文攸字如此。”应是打得背部血流下行的引申意义，可推论三小点是早期的字形，具有辅助说明的作用。一直线应是不明创意的讹变，是较迟的字形。至于秦刻石字形“从水从攴”，表达以棒击水，难于符合创意。水的构件可能是由人与三小点的字形讹变，并不是省略了人的部分，时代应更晚。

“寇”字，甲骨文主要作一个人单手持棍棒在屋里打击破坏之状（）。除非是外来的寇贼，自家人是不会肆意破坏屋里的东西的，表示贼寇的创意也很明显。此字原先应该是具体描绘一个站立的人手持棍棒在别人屋里破坏，后来省略人的形体而留下单手。此字以数目不等的小点表达了屋里被破坏的情景，但后代的字形，这些小点因不好规范，经常被省略，所以周代的金文就改为一人被持棍棒的人从后面打击之状（）。

殳，手持特殊工具

磬：『手拿乐槌敲打石磬之状，后加石。』

商甲骨文



两周金文

秦小篆



现代楷书

磬

鼓：『手拿乐槌击鼓之状。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

鼓

攻：『刮削并敲打石磬以便调音。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

攻

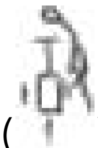
中国有黄帝史官仓颉创造文字之传说，学者的共识是文字不可能由一人独创，但若看成是由某一特殊阶层的人所共同完成的，就比较合理。一般人所需记载的内容简单，文字的数量不多。但史官或巫师，其记载的事件或仪式，内容比较复杂繁多，就需要比较多的字，成系统的体系，有一定的表达方式而成为共同遵守的规律。

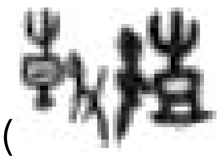
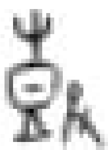
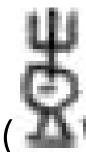
各古老文字，初期都以象形为主，渐渐才进入表意，最终达到表声的方式。文字虽是不同时代的人逐渐创造而累积的成果，但创造文字的法则却有共通的模式。有时为了表达某种抽象的意思，描绘的器物形象就不写实，而故意以不实的形象表现，现在介绍的“殳”是其中的一例。

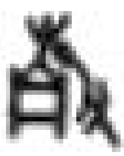
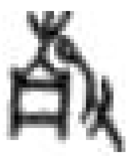
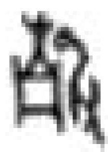
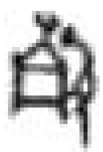
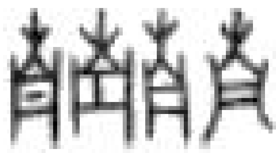
《说文解字》对“殳”的解释：“，以杖殊人也。《周礼》：‘殳以积竹，八觚，长丈二尺，建于兵车，旅贲以先驱。’从又，几声。凡殳之属皆从殳。”从早期的字形看，“殳”是单手持拿各种类的直柄钝头的敲击器，是复体字的构成部分。《说文解字》的解释是因不同字形的混淆，充其量只是其中的一种器物而已。

“攴”的单手秉持的是直柄的器物，施用的目的是多样的，见上文的介绍，但主要的是攻杀敲击，意在造成伤害。但是甲骨文以“殳”为构件的字，手所持的器具绝大多数都是曲柄的，不以伤害为最终目的。但考古所见的这些器具都是直柄，而不是曲柄。这种违反事实的一贯性描写，就是创字群的共识，以非一般的形象表达不平常的意义。

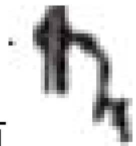
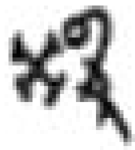
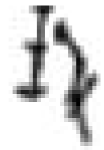
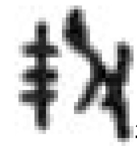
“磬”字，甲骨文作一手持一件曲柄的工具，敲打一件演奏中的悬吊的石磬（）。三角形是石磬，上头的三条直线是演奏时悬吊在架上的样子。磬槌是直的，但字形却是弯曲的。

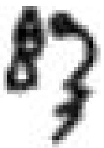
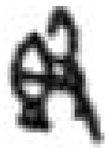
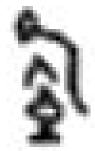
相关的“攻”字，作单手持拿曲槌敲打石磬（）。石磬定音的方式是用刀刮削磬的表面，提升或降低其音调，所以有数点石屑掉下来。调音时都是个别单线悬在架上，故和磬的悬吊方式有点不同。

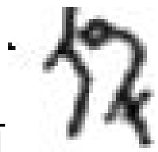
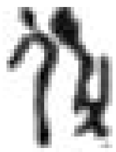
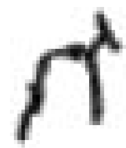
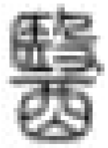
再看“鼓”字，甲骨文作单手拿曲柄的槌敲打皮鼓之状（）。圆形是鼓面，其上的交叉线条是鼓架上的装饰物，鼓面之下是竖立的架子。考古也出土过鼓槌，都是直柄的。［甲骨文“彭”字作鼓之旁有三短画（），表达短促有力的鼓声。］

、、、在甲骨文中是个贞人的名字，作单手持拿曲柄钟槌在敲打一个悬吊的乐钟形。此钟之形于甲骨文中被借用为方位的“南”字（）。考古也出土过成组的铜钟与直柄钟槌，见图一。

还可确定是敲打乐器的有“觳”（hú）字，作手持曲柄槌棒敲击牛角之状（）。虚空的牛角可以作为饮器，也可以敲打出

胡胡的乐音。甲骨文还有、、、等字，可能也都表现敲击乐器之状。

、、是单手持曲柄器具而不属于乐器的字，这是装饭食的圆形簋的容器名，表达的应该就是手拿着饭匙要从容器中取食之状。饭匙也是直柄的，但表现的却是曲柄的。

还有、、，在甲骨卜辞中是有关医疗之事，大半表达以医疗器具敲打一人背部从事医疗工作。在应用上，这种敲打的器具也大半是直柄的，但文字表现的曲柄特征很显明。与之有关的是医生的“医”字（），由三个构件组成：左上部分是箱柜之中的箭，这是古代刺脓、手术切割的工具；下面的酉是装酒的罐子，酒也是治病的药物；右上的殳，应也是治病的工具，而不是杀人的武器。

以上所描述的实物的器柄都是直的，但创造文字者故意画成曲柄的，重点就在表达使用时能造成特殊的效果，与造成杀伤目的的直柄棍棒与武器有所区别，反映扭曲实物的形体以表达特殊效用的目的。



图一

青铜编钮钟，附直柄钟槌

高三十点五厘米，铣间十七点一厘米，战国早期，约公元前五世纪

一二三

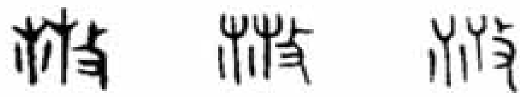
散，分离使散

㪔：『手持杖扑打麻的秆以分析纤维。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

㪔

散：『手持工具在竹叶上剁肉使粉碎。』

商甲骨文

两周金文



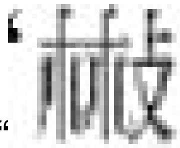
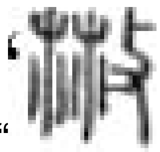
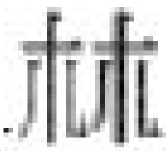
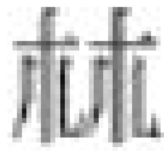
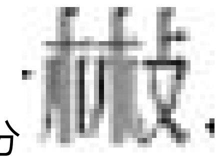
秦小篆



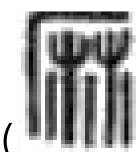
s

现代楷书

散

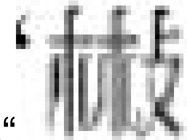
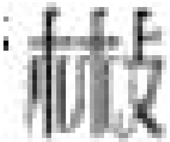
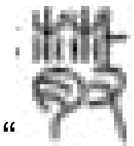
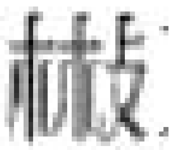
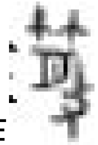
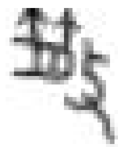
甲骨文有“”字（），《说文解字》的解释是：“，分离也。从从攴。，分之意也。”并没有解释得很清楚为何有分离的意思。要了解这个字的创意，首先就要了解麻的作物。

古代具有纺织价值的植物纤维有好几种，分属不同的种类而有不同的性质，但因麻最为重要，一般总称有强韧纤维的植物而可织布的为麻。麻是荨麻科的一年生草本植物。但另一文献常见的葛，却是藤本豆科的植物。大麻更是桑科的植物。

麻的种类多，可纺织成各种精粗程度不同的麻布，是大众缝制衣服的布料，为重要的经济作物。大概因它在不少地区较之谷物的生产还要重要，故有人也将之归于五谷之属。商代已发现有丝与麻布，可能因不是国王问询的项目，所以不见于甲骨文。金文的“麻”字，作一个屋中或遮盖物之下有两株皮已被剖开的麻形状（）。两个中的部分是麻的株茎，三短直线是已剥开的皮。古人种植麻的目的，主要是取其皮的纤维以织布帛。首先是把表皮剥取下来，然后要用水煮，或长久浸在水中以去除杂质，分析出纤维。水的温度越高，纤维的分析也越快。在屋内烧煮热水比较方便，大概这种植物多在家中处理，与他种食用谷物，如米、麦、黍等多在户外处理脱粒去壳者大异其趣，所以造字时强调麻的株形多见于屋中户内。

麻的表皮柔韧，又容易分析成细丝，用麻皮搓成的绳索可能在很早的时候就被利用以抛掷石块打猎。人类确实晓得用细线缝制衣服大概可推溯到三万年前。中国发现的骨针，大致以四万至二万年之间的辽宁海城遗址为最早，以象的门齿制作的一支长七点七四厘米，有零点一六厘米的孔径；一支长六点九厘米，有零点零七厘米的孔径。另一以动物长骨制作的，长六点五八厘米，孔径零点二一厘米。以当时的工具，推测应已知利用植物的纤维才能细小得足以穿过针眼。以麻

纺织成布的证据见于六千多年前仰韶文化的陶器底印痕，实物则见于五千多年前的吴兴钱山漾遗址。其时应该已经过长期的栽培了。

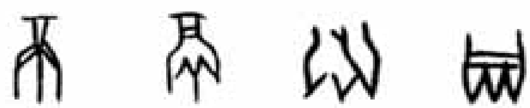
了解了“麻”字的创意，就容易理解“”字的创意了。原来古人剥取麻皮的方法是用棍子猛力敲打麻的株茎使表皮分开来，所以“”的意义是分离、分散。不过，我们现在已不用这个字而使用“散”了，《说文解字》对“散”字的解释是：“，杂肉也。从肉，声。”但是金文作、、、等形，早期的字形由三个构件组成：手拿棍子，两片竹叶，一块肉。看来是表达手持棍棒敲打在竹叶上的肉块，大致是剁打杂肉使碎散之意。有可能这是古人经常利用杂肉的烹调方式吧，古人的生活习惯在文字中表现出来了。有可能这两字的音读很近，意义也相关，所以就合并起来，去掉竹子而成现今的“散”字，兼有两字的意义，即动词性的分散以及名词性的杂肉与药散。

一二四

鬲，烧饭容器

鬲：『空足之煮饭器形。』

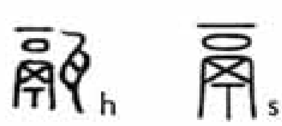
商甲骨文



两周金文



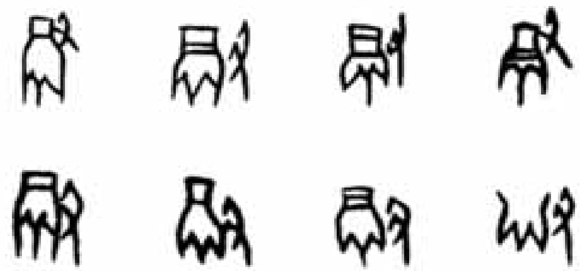
秦小篆

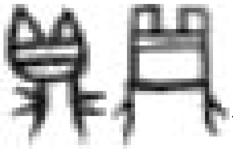
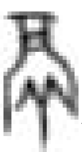
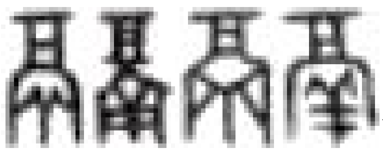
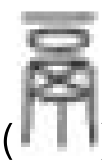


现代楷书

鬲

彻：『以弯曲手指清洗煮饭的器具，才能确实洗干净。』

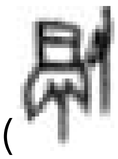
字体	字形
商甲骨文	
两周金文	
秦小篆	
现代楷书	彻

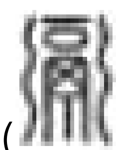
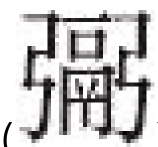
之前介绍过“鼎”字，鼎是七千多年前就已出现的煮食容器，原来是圆形的陶盆而在底部加上三个支脚，利用三脚之间的空隙积薪柴炊烧食物，算是个活动的灶台。可能因铜铸的鼎也有方形四脚的，从前面看起来就好像是两脚，所以甲骨文的“鼎”字都写成了两个支脚的样子（）。鬲是四千多年前才从鼎分化出来的器形。鼎的支脚是实体的，而鬲则为虚空的，或是腹部有几个明显膨胀凸出的区隔。甲骨文的“鬲”字都把三个虚空的支脚描写得很清楚（）。之后的金文（）和小篆（），基本上也都保留了三个支脚的形式。

鼎本来兼为烧煮饭黍与菜肴的容器，可能是基于节省薪柴的考量，就把实足做成虚空的袋足形状，这样就使得支脚的部分也可以受热煮食。这种形式的容器比较适合谷类的食物，而不适合蔬菜与肉块。中国古代的菜蔬都是以羹汤的方式处理的。蔬菜要加上肉、鱼及作料才会有味道，烧煮的时候就要时时以匕匙搅拌，这样肉与菜才不会沉底而烧焦。器身的周围如果不平顺，搅拌的时候就会受到干扰，所以不便使用鬲状的容器。谷粒则因为颗粒细小，会随着翻滚的水沸腾而使谷粒不至沉底烧焦，所以不必时时以匕匙搅拌。甚至最后还要撤去柴火，覆盖之使焖上一段时间，谷粒才会熟透而可口。华北的文化区开始流行这种袋足的烹饪器，除了节省薪柴的原因外，实在想不出更好的理由。

鬲和鼎还有容量上的差异，大概一家人一天的饭量有限，所以鬲的大小比较一致，高十几厘米，口沿二十厘米上下，但铜鼎的尺寸和重量大小就相当悬殊。迄今所见商代最大的铜鼎，高一百三十三厘米，长一百一十厘米，宽七十八厘米，而重八百七十五公斤。但小的才几厘米高，重十几克。一般的也都有二十到四十几厘米高。

袋足鬲的流行似乎到了商周之际起了变化，袋足的高度越来越短。袋足里的空间也越来越浅，有的几乎变成实足而与器底齐平，只在器身显出一点膨胀的区隔而已，如图一和图二。这样一来，器形就介于鼎与鬲之间而有鬲鼎的名称。

以鬲烧饭虽然可以节省薪火，但清洗就比较费事。一般容器可以用刷子轻易清洗干净。但用刷子清洗鬲就不很有效，因为刷子伸不进虚空的鬲足里头。就算能够伸进，也很难把饭粒挖取出来。所以甲骨文的“彻”字，就作一只指头扭曲的手在一件袋足鬲的旁边（），创意应是用弯曲的手指才能彻底地把鬲里头的饭渣清洗干净。鬲的形制在汉代之后消失了，原因除了和鼎一样，因立体竖灶的架构，使支足和膨胀的器身都无所发挥作用外，也可能和这个不便清洗的缺点有关。

鼎的作用比鬲宽大，兼为烧煮肉蔬与饭麦。可能铜鼎作为贵族的表征，带有政治的作用，因此有关烹饪的字大都以“鬲”的结构表达。“鬲”的旁边有两道上升的烟气（）就成为部首（），部之下隶属有十几个形声字。如“粥”，本来写作“鬻”，以米在鬲中熬煮而有烟气上腾之状表达意思，后来简化去“鬲”就成“粥”字了。



图一

堆砌纹红陶鬲

高十五厘米，商代二里岗期，约公元前十七世纪至公元前十四世纪





图二

（左）饕餮纹青铜鬲

高二十一厘米，口十四点八厘米，商中前期，约公元前十六世纪至公元前十四世纪

（右）伯邦父青铜鬲

通高十二厘米，口十八点五厘米，周晚期，公元前九世纪至公元前八世纪

一二五

耤，踏犁耕田

耤：『象一人推着犁，或脚踏犁用以耕地之意。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆



现代楷书

耤

疑：『象一人持杖犹疑于十字路口不知方向之意。』

商甲骨文



两周金文



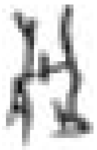
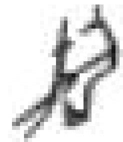
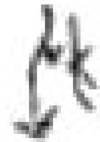
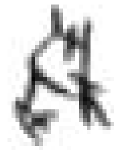
秦小篆

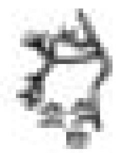
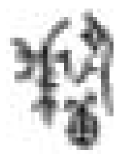
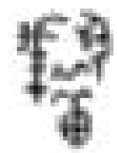
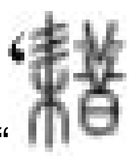


现代楷书

疑

事物的进展大致有一个通则，就是有用的被保留下来，并加以改良，效用小的就逐渐被舍弃了。文字的研究者就是要观察一个字的演变轨迹与发展的趋势，以期更正确地了解一个文字的创意。

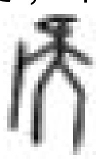
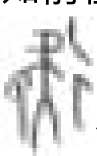
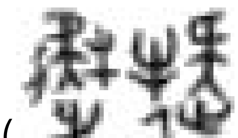
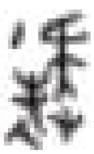
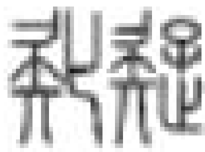
甲骨文有个字（、、、），出现很多次，比较完整的作一个侧立的人，手拿着一把工具，一脚站立，一脚抬高而踏在某件工具的中段。这个字表现了人对于某种工具的操作方式。在卜辞中，这个字是个官员的职称，职务和农业的收获有关。

这个字在金文里找到繁复的写法、、，结构和意义和甲骨文的一样，只是多了一个“昔”字。《说文解字》对此字的解释：“，帝耤千亩也。古者使民如借，故谓之藉。从耒，昔声。”确定了甲骨文的字是“耤”[1]，表达的是一个人把抓着犁（犁尾柄），一脚踏在犁上（站正），一脚站在地面的犁耕形象。犁耕是当时的重要生产方式。图一东汉画像石上的图案，犁之前有二牛拉曳着。有趣的是，四千四百年前的埃及壁画，也是两头牛拉曳着耕犁在耕作（如图二）。

“耤”字的创意方式原来最先是表意的，后来为了易于音读才加上“昔”的音标，但是这样的字形太繁复，因此就减省了推犁的部分形象而变成从耒昔声的纯粹形声字了。

人类思考的方式大致有一定的模式，各民族想象出来的造字方法也是差不多的。基本上，有形体的就画其形体而成为象形字。抽象的意思就要借用某种器物的使用方式、习惯或价值等的联系去表达而成为表意字。如果是不容易画出的事物，或难于表达的意义，就要通过标音的方式而成为形声字。

人们在领会形声字的造字法之前，由于语言中有很多概念很难用适当的图画方式去表达，而日趋繁杂的人事，也没有办法给每一个意思造一个专字，于是就想出了两个变通的办法以解决使用上的困难。一是引申，用一个字去表达一些与其基本意义相关的意思。如“冓”以两个木构件相互交接之状，扩充到各种与交接、相会有关的意义。后来分别以各种意符加到“冓”字之上而形成了构[2]、觏、耩、搆、篝、傋、韝、媾、遘、沟、讲、购[3]等从冓声而与交接的概念有关的形声字。一是假借，当一个意思难以用图画去表达时，借用一个发音相同或相近的现成字去表达。譬如“黄”字，甲骨文是一组璜佩的象形，被借用以表达与佩玉无关的黄的颜色。后来为了要避免可能的混淆，就在本义的“黄”字上加个玉而成“璜”的形声字，以与假借意义的黄颜色有所分别。另外还有少数是为了让音读清楚而在象形或表意字的上头加一个声符而成为形声字，“耤”就是这样的例子。

一般说来，象形或表意字加音读是为顺应新的需要而完成的，后来如有简化的情形，也都把音符的部分保留下来而省掉其他的内容。但有偶尔把音符省掉的，那原因大半就是语音产生了变化，已不能真正表现其音读了。如“疑”，甲骨文作一个拿着拐杖的老人张开嘴巴，犹疑不知前往何方之意（）。有时加一个行道，使其意义更容易了解（）。到了金文的时代，此字就多了个牛的符号（），牛与犹疑没有意义上的关联，所以是声符。声符本来是不会减省的，可是到了小篆的时代（），ng的声母已不存在了，牛变成n声母，与“疑”的声读就不谐合，所以就被省略了。



图一

东汉画像石上的牛耕图



图二

注释

[1]“耤”字在〇五六一节亦做过介绍。——编者注

[2]“构”的繁体字为“構”。——编者注

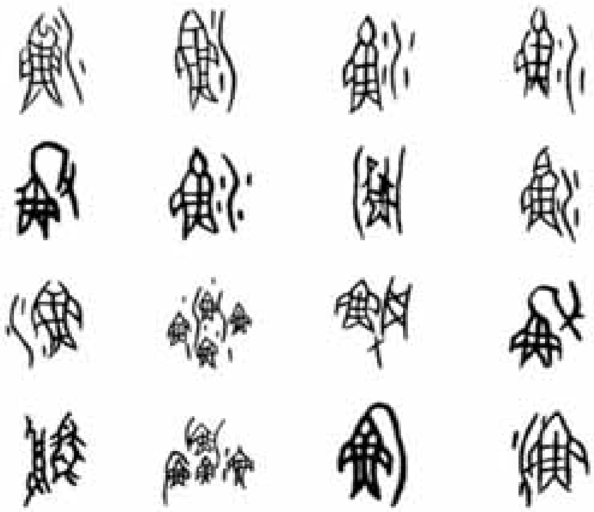
[3]“购”的繁体字为“購”。——编者注

一二六

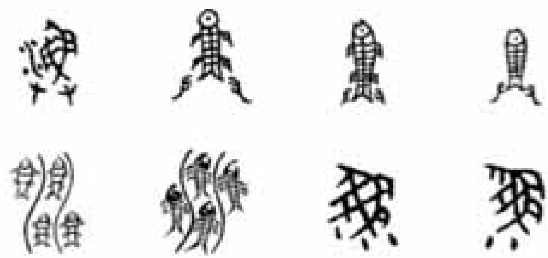
渔，捕鱼方法

渔：『有水中游鱼、钓线捕鱼、撒网捕鱼等多种创意。』

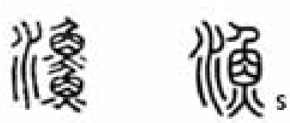
商甲骨文



两周金文



秦小篆

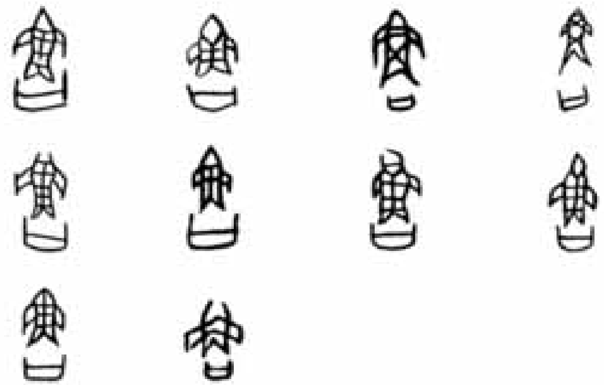


现代楷书

渔

鲁：『以盘上的鱼佳肴表达美好之意。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

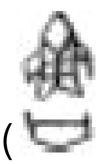


现代楷书

鲁

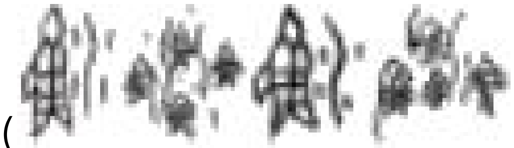
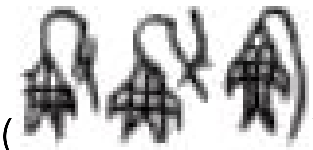
人类早期的社会，由于捕捉工具不精良，鱼类繁殖的速度又快，数量丰富，不必担心来源的枯竭，更加有利的是捕捉时不具什么危险性，因此鱼捞社区往往比狩猎社区还大，可以提供更多的食物，往往不发展农业也能经营长期定居的生活。

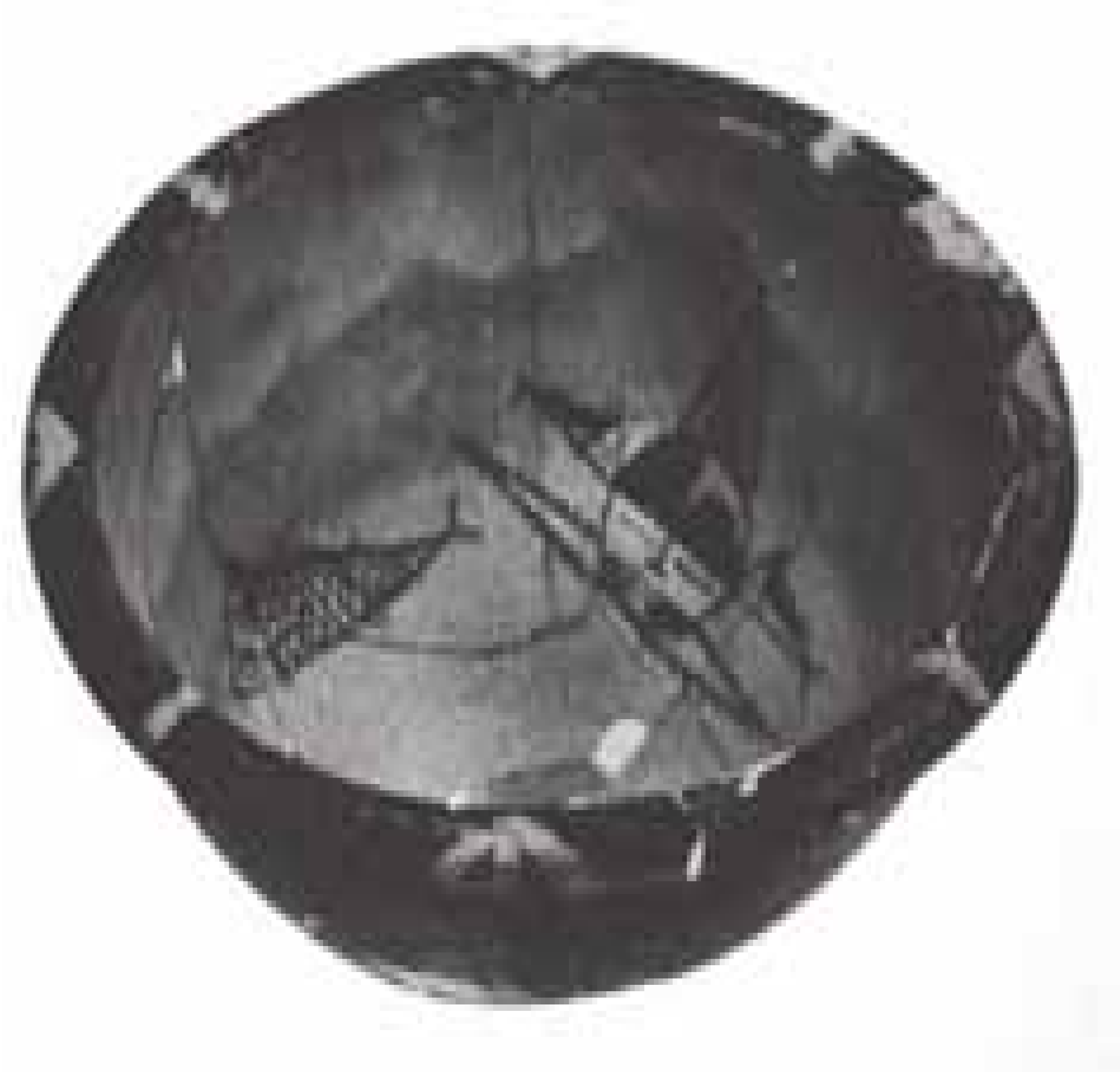
旧石器时代的人虽居住山上，但也时时下到溪水河流之边旁取水，所以也以鱼虾类为食物。甲骨文的“鱼”字，很容易看出是描绘一尾有鳞、鳍的鱼形（）。到了新石器时代，人们居住于取水较容易的山丘河旁，捕鱼更是生活的重要活动之一。仰韶文化的遗址虽深处内地，但都距离河流不远，捕鱼不难。故仰韶文化陶器上的鱼类花纹远较他种动物的花纹为多（见图一）。后世人口压力越来越大，迫使人们远离河岸去过活。本来易得的鱼虾，就渐渐变成不易吃到的珍肴了。

甲骨文有“鲁”字，作盘子之上有一尾鱼之状（）。“鲁”字在古时有嘉美的意思，这个意义的创意无疑是从鱼为美味食品的概念而来。《孟子·告子上》有孟子叹惜鱼与熊掌不可兼得。战国时代的孟子是接近海岸的山东人，也把鱼看作珍贵的食品，那么其他远离海岸的地方，其珍贵性就更不用说了。甚至在渔产少的地方，宴客时需要象征性地摆设木刻的鱼。这多半是因为“鱼”的音读与“余”同，鱼象征有余。中国人口密度大，食物常不足，能否饱食是人们最关切的事。人们都希望丰裕不匮乏，故形成这种习惯。所以鱼常是美术的题材。

捕鱼算不上是一种兴奋或刺激的活动，而且也不涉及军事的训练。可能因此，商王的甲骨卜辞问及捕鱼的占卜不多。但安阳发现从远地运来的鲟鱼，可见当时希求罕见鱼鲜的例子。但是先秦的文献，鱼好像不是很被看重的食物，价值在牛、羊、猪等家畜之后。如《国语·楚语》有“士食鱼炙，祀以特牲；庶人食菜，祀以鱼”。特牲指牛、羊、猪等大型家畜。依《礼记·王制》，士以上阶级的祭祀，品级依次为牛、羊、猪、犬，不及于鱼。这种现象很可能是因为汉代以前，市场零售肉食不普遍。宰杀个体越大的家畜，花费就越大，所以说非有大事不杀牲。鱼则个体小，价格较低，一般人付得起。但如以斤两

论，鱼肯定要贵些。人工养鱼事业至迟在商周时期就已出现。一件西周中期的铜器铭文提到某贵族渔于其池塘，并以三百鱼赠送给某人。到了春秋、战国时代，人工养鱼则已相当普遍了。

从甲骨文可以看出捕鱼的方式至少有几种。其“渔”字有几种写法：一作一尾至四尾不等的鱼游于水中之状（），一作一手拿着钓线钓到一尾鱼之状（），一作以手撒网的捕鱼状（）。此外应还有更原始的方式，如用木棍棒打或以鱼镖投射，或甚至还可空手捕捉。《春秋》有鲁隐公于公元前七一八年矢鱼于棠的记载。大概是古时候以鱼镖投射捕鱼以供祭祀礼俗的孑遗。七千年前的武安磁山遗址出土过不少的鱼镖。撒网是很进步的捕鱼法，磁山遗址也有网梭，表明七千年前已有进步的撒网捕鱼了。



图一

红衣黑彩人面鱼纹细泥红陶盆

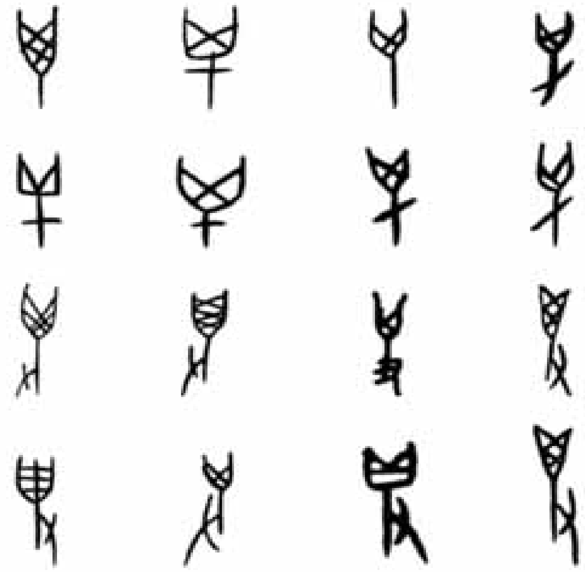
口径四十四厘米，高十九点三厘米，西安半坡类型，六千多年前

一二七

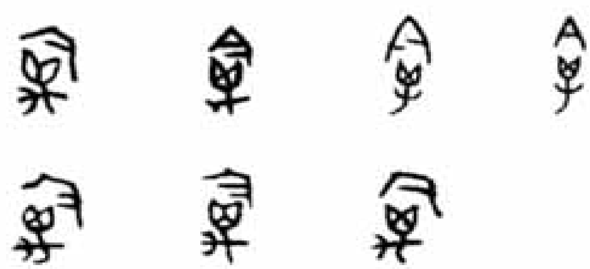
禽，活捉野兽的猎网

禽：「长柄田网形，用以捕捉鸟兽。后加今声。」

商甲骨文



两周金文

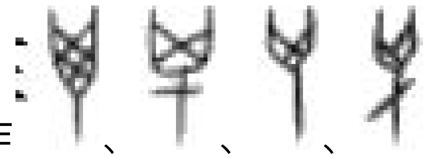
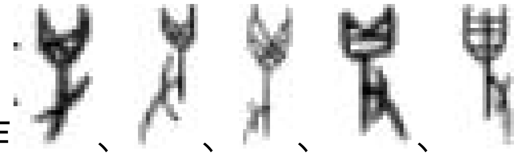
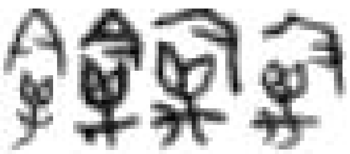
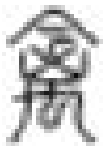


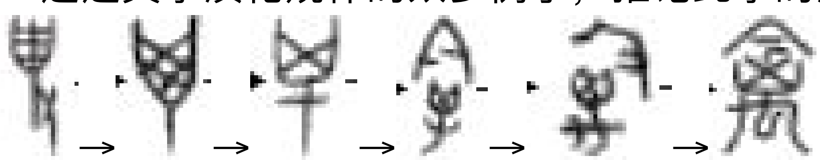
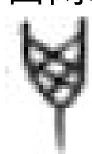
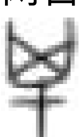
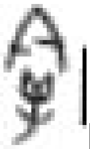
秦小篆

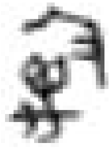
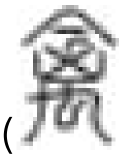


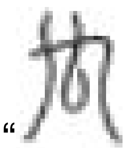
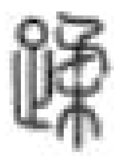
现代楷书

禽

甲骨文有一个字，字形有两种结构：一作、，是一种有长柄的工具形象；一作，是这种工具拿在手中之状。此字的意义为擒获野兽，于对照金文（）与篆文（）的类似字形后，才确定此字是“禽”字。

通过文字演化规律的众多例子，推论此字的演变过程的大致路线是。最先是以一把狩猎田网拿在手中（），表达用手以之捕捉野兽而有所擒获的意思。可能后来觉得田网就是以手操作的器具，不必把手画出来，所以就省略了手而成为。网子的网目应该是很多道的，但为了书写快速，就把多道的网目省简而成了一个交叉。其次的变化是直柄上多了一道短的横画（）。这是中国古文字最常见的变化，起初是加小点，然后小点延伸成短的横画。到了金文的时代，就在好多的表意字上加一个音符以方便音读，如上文介绍的“耤”字，“昔”是在表意字“耤”上加的音符。“今”和“禽”字两者的声母和韵母都非常接近，属于同一个范畴，所以成了的形声字。接着是直柄的变化，在短横画的前头又加上

一道弯曲的竖画（）。这种变化也有一些例子，可能是受到又（手）的字形的影响。最后是把短横画的右端下垂（）。类似的变化只有几个例子，如禺、禹、万[1]等。这个字从初形变化到小篆的过程非常清楚，所以辨识起来没有困难。

“禽”字演变到小篆已有相当大的差异，所以《说文解字》的解释就有点走了样。“禽”字的解释是：“走兽总名。从厹，象形，今声。禽离兕头相似。”把田网的网子部分说成代表禽兽的头部，这是把“禽”字本义搞错了的误解。因此也把柄部分的“内”解释为：“，兽足蹂地也。象形，九声。《尔雅》曰：‘狐狸貛貉丑，其足，其迹厹。’凡厹之属皆从厹。，篆文厹。从足柔声。”误以为内代表野兽的足迹。

为什么捕获野兽要用有长柄的猎网表达呢？使用网子的主要目的，一是捕捉活的野兽，二是得完整的毛皮。活捉野兽是动物家养的先决条件。人们学会家养是因有时捕捉到过多的野兽，其中有受伤未死，或尚未成长的幼兽，并不立即食用而暂时加以圈养，以待他日打不到猎物时食用。在圈养期间，幼兽习惯于人们的饲养和保护，甚至壮兽也偶有生产幼兽的情形发生，因而促成人们加以饲养的兴趣。还有，家养的肉质与野生的有差异，也可以通过与野生的交配而培育新品种。至于保持毛皮的完整，古人初以毛皮为衣服，进入农业社会后，毛皮乃成珍贵的材料。如此珍贵的材料如果有了破损，虽可以修补，但美观就减少许多，价值自然也下降，所以保持毛皮的完整是有必要的。要确保毛皮无破损，比较保险的方法是用网捕活捉，所以甲

骨文意义为狩猎的“兽”字，就由一把田网与一只犬结合，因为两者都是田猎的必要工具。“禽”的初义是擒获，后来引申至被猎的野兽，西周开始意义范围又缩小至鸟类，今乃习惯以禽、兽分别飞禽与走兽。



图一

铜绞链盖鸟形酒尊

高二十五点三厘米，春秋，公元前八世纪至公元前五世纪

注释

[1]“万”的繁体字为“萬”。——编者注

一二八

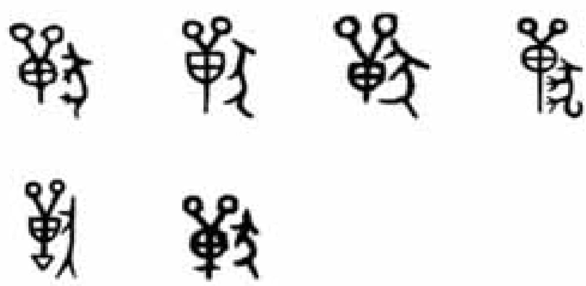
兽，网与犬为狩猎工具

兽：『田网与犬都是打猎的必要工具。』

商甲骨文



两周金文



秦小篆

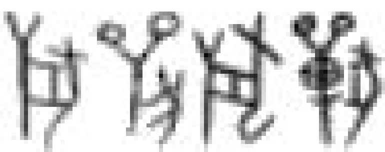
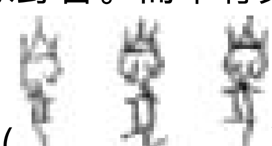


现代楷书

兽

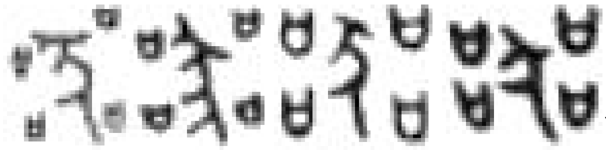
狗的体能远远比不上许多大型野兽，难于离群，在野外过独立的生活，因而养成集群合作的本能，易于被早期的人们所驯养。但它异于绵羊，羊是人们为了获取肉食和皮毛，主动加以驯养的。狗则可能基于它本身的需要，前来依附人们。有可能人们被狗依附之后，才有灵感以之应用于他种野兽而发展畜养的技术。

狗可能自狼驯化而成。因为它们独自捕猎的能力有限，难于同大型的野兽竞争，常无所获而挨饿，以至经常徘徊于人类的居处，吃食人们丢弃的皮、骨、肉等。人们既习惯于它们友善的存在，对自己的生活也不生什么负担，因此温驯者就被留下。通过互相的合作和选择，狗终于失去其野性而成为家畜，帮助人们捕猎。犬被家养后，体态发生了变化，与野狼的主要分别在尾巴卷起。所以甲骨文的“犬”字主要特征是尾巴上翘，只有少数作身子细长而尾巴下垂，有别于肥胖的猪的象形字“豕”。

人能使用工具以弥补体能上的缺陷，使任何大型、凶猛的野兽都逃不出被擒杀的命运。但是野兽可以深藏起来，逃避被人们搜索擒杀的厄运。狗正好在这方面有所作用。狗有嗅觉上的天赋异能，能从野兽遗留的血、汗、尿、粪等的气味中去分辨动物，并加以追踪、诱发和驱赶，以方便人们的捕杀，从而分得残余。所以甲骨文的“兽”字，作一把打猎用的田网以及一条犬会意（）。两者都是打猎时需要的工具，故以之表达狩猎的意义。后来才扩充其意义至被捕猎的对象野兽。而甲骨文的“臭”字，其本义即后来的“嗅”，以犬及其鼻子表意（），反映人们完全了解在所知的动物中，犬的嗅觉最为敏锐，所以取以表达辨别味道的嗅觉感官。“臭”的本义兼有人们喜好及厌恶的味道，后来被偏用于令人不愉快的味道，就增加“口”之意符而成“嗅”字，以与“臭”字区别。

犬的敏锐嗅觉不限于探查野兽，对于侦察敌踪也能起很大的作用，所以很快被贵族利用于军事和追捕逃犯。商代的中央和方国都设有犬官，除报告野兽出没的情况以供打猎的参考外，并随行参加军事的行动。尤其是夜晚可以替代人们侦察意外的侵犯征兆。金文

的“器”字，可能表现犬善吠，好像有多张嘴，连续吠叫，有警戒外来异

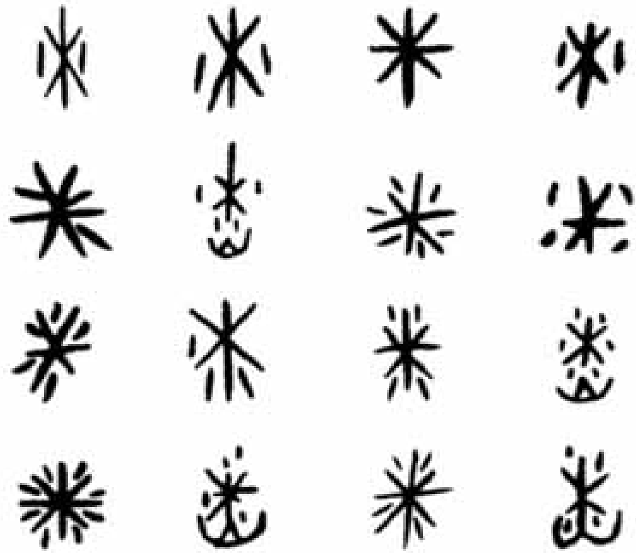
物的器用（）。

一二九

尞，积柴焚烧

尞：『架立薪柴焚烧之祭祀。』

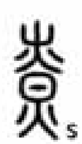
商甲骨文



两周金文

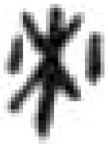
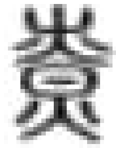
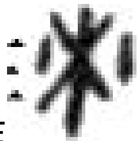
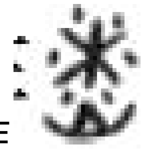
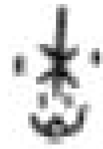
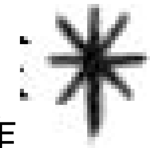
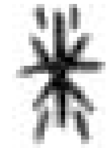
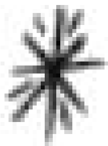
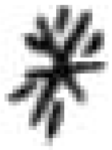
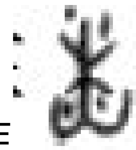
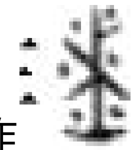


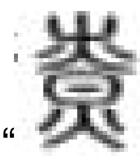
秦小篆



现代楷书

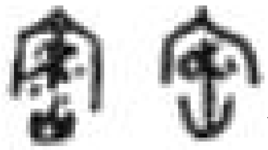
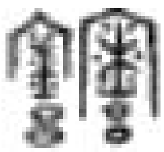
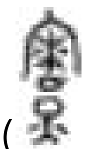
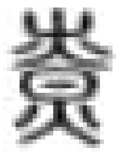
尞

甲骨文有个“尞”字（），字形和小篆（）有很大的歧异，但在甲骨被发现不久，就被罗振玉给辨识出来了。这是因为罗振玉充分掌握了文字变化的规律。这个字的变化有点曲折，不是一眼就可以辨识出来的。此字字形的变化，从使用的时代看，甲骨文第一期作，第二、三期作、，第四期作、、、，第五期恢复作。两周金文作，基本是延续甲骨文晚期的字形，它和小篆字形的最大不同是小篆字形在“尞”字结构中间插入个“日”字。为什么会这样呢？“日”到底是什么形象呢？

此字字形因为有了相当大的讹变，所以许慎《说文解字》的分析就不太对：“，柴祭天也。从火昚。昚，古文慎字。祭天所以慎也。”通过字义与字形，可了解此字的主要创意是积柴焚烧，把薪柴竖立起来燃烧，而不是平放着。此字的重点是让火光上扬，使照明的范围广。一般烧火的薪柴，如烧煮食物，比较容易平放。但如果想把光线照射的范围扩大，就要竖立起来摆放，虽比较费事，但为了远照，不嫌稍微麻烦一点。第一期的“木”字之旁的两小点就是火焰的形象。第二期的时候，大概觉得火的形象不是很清楚，就在木之下加个“火”字。第四期是所谓复古旧派，恢复第一期的字形而加上更多的火点，使火的形象容易被理解。第五期是新派执政，恢复第二、三期的写法。金文延续之。但何以到小篆的字形就多了个“日”呢？这与尞祭的制度有关。

“尞”在甲骨文中是名词也是动词，是一种架木焚烧的祭祀名称，也是用火烧烤东西的动作。尞祭以山川为主要祭祀对象，本来都是在户外举行的。因为古代的房子比较低，且屋顶是用茅草覆盖的，如果在屋里举行，就容易引起火烧事件。焚火的目的是让烟气上升至天空，使神灵容易接受到供奉。山上的地点比较接近天上的神仙，所以山顶

常是举行尞祭的地方。烧火怕被雨淋，因此产生盖个亭子加以保护的设施。亭子采光好，明亮，不像室内昏暗，可能因此名为明堂。祭祀山川是帝王独有的权利，所以明堂也成为帝王居所的名称。

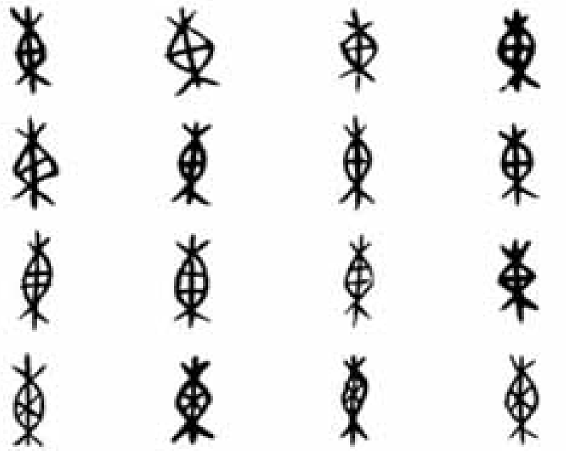
后来房子的架构有了改善，高度提高很多，可以在屋子里头积薪焚烧了，因此有时也在屋子里举行尞祭而有了从宀尞声的形声字（）。到了金文的时代，从宀的一般家屋就改成了从宫（），宫为更为高大辉煌的贵族房子。《毛公鼎》铭文错把“宫”字的两个方框插入“尞”字中（），再进一步把两个方框连成日形，就成了小篆的字形了（）。这个演变让许慎误以为是古文慎的部分，因而有“祭天所以慎也”的说解。

一三〇

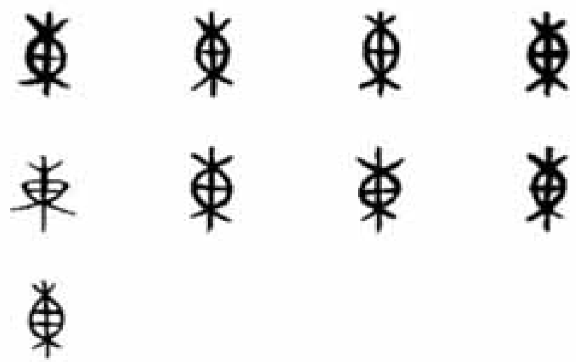
东，囊袋，借为东方

东：『作一个两端束紧的袋子形状。』

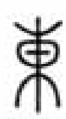
商甲骨文



两周金文



秦小篆

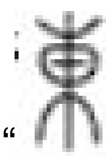


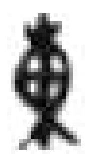
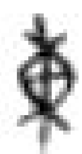
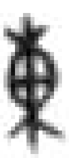
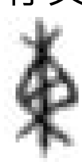
现代楷书

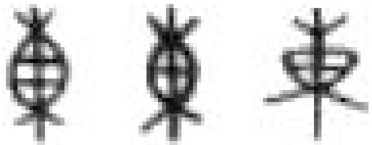
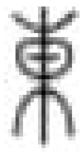
东

人的生活是离不开方向的，尤其是古人。因为动植物的生态与阳光的照射条件有绝对的关系。植物是大多数生物的食物源头，植物不生长在有阳光的地方，就难从根部获取养料。不但未定居的渔猎采集社会，人们要依一定的路线和方向做有规律的季节性移动以寻找食物，就是定居的农业社会，也要选择能够得到适当日照的地点，确定季节的到来，以便栽培的作物能够顺利生长。因此，没有正确的方向认识，就等于放弃了最佳生存机会的选择，难于在竞争激烈的自然界中繁殖。所以认识正确的方向是动物觅食的重要技能，也是很多动物天赋的本能。

自然界中没有什么比日月星辰的运行更可指示正确的方向，所以人们很早就注意到天空的景象而发展出天文学。太阳每天从同一方向上升，从另一个方向下落，日久必然引起人们的注意而依之以确定方向。所以大多数的民族都是先知道东与西的方向，后来才有南、北方向的意识。一年中春分与秋分这两天的日出和日落才在正东与正西的方向。所以对于季节的认定也先有春与秋，后来才发展出冬季和夏季。中国在商代的时候就只有春与秋两季，进入西周才细分为四季。

太阳既然是辨识东方的最简单与容易被领会的指标，则以太阳作为创造“东”字的根源应该是合理的，所以《说文解字》对“东”字的解说是：“，动也。从木。官溥说：从日在木中。凡东之属皆从东。”不过，有了甲骨文的字形，就不能不排拒这个假说。

甲骨文的“东”字，作一个两端束紧的袋子形状（   ）。这种袋子大致是填装重物用的，所以袋身上有好几道的捆缚绳索，以方便提携。如果是单手可以提起的，大致就不必多加捆缚了。大型袋子大概不会是引申自东方地区特有的器物，所以以此形作为东方使用，应该是属于音读上的假借。

从西周开始，袋子上交叉捆绑的绳索就不再见，只留下平行的横线（）。进一步变化是把前后捆绑的线条与袋身分离，就成了小篆的字形（），看起来就像日在木中之状。中国有个相当晚的传说，太阳沐浴于东方的扶桑木或若木，每天早上从此树上升，照耀人间，黄昏后回此树休息。很可能就是基于后代字形的联想而杜撰出来的。甚至，一旬有十天，也因之附会天上本有十个太阳，造成干旱之灾，难于生活，有后羿射下九个太阳为大家解除困境。

商代的统治者把自己居住的地域看作被四周方国所围绕的政治中心。商王向四方致祭，希望东南西北各方向所管辖的地域和盟国，都会得到上帝的眷顾，获得好收成。在商人的想象中，四个方向和来自四个方向的风都有专职的神管理，各有其专名。自实用说，中国的地域，东边是海，南边靠近赤道，西边是内陆，北边靠近极地。因此，自东方吹来的风比较可能带有湿润的空气而易致下雨，南方吹来的风燠热，西方吹来的风干燥，北风则寒冷。它不但影响我们安排生活的方式，也能告知季节的来临。

陈，沙袋防御工事

陈：『可能表达以土包在山上布置防御阵线之意。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆

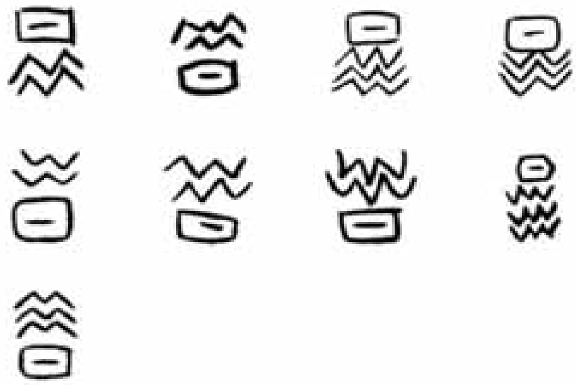


现代楷书

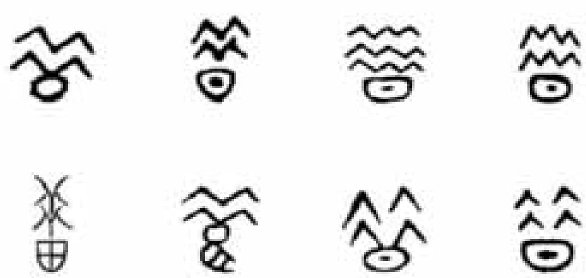
陈

昔：『大水为患之日，已是往昔之事。』

商甲骨文



两周金文

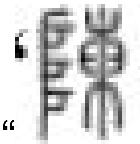
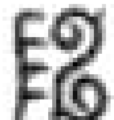
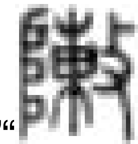


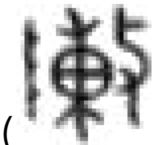
秦小篆



现代楷书

昔

上文介绍的形状为大型囊袋的“东”字，也出现于另一个字，可以做囊袋说法的佐证。《说文解字》收有“陈”、“敶”（阵）两字，应该是同一字的分化。大陈岛的闽南语读音即为大阵。在古籍里，“陈”更常当作“阵”字使用。《说文解字》对这两字的解释：“，宛丘也。舜后妫（guī）满之所封。从阜从木，申声。，古文陈。”“，列也。从攴，陈声。”国名是借音，是很晚才有的，陈列才是原来的意义。

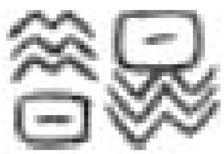
目前的资料，“敶”字首见于金文，由三个构件组合而成（），并没有申的成分，所以《说文解字》的分析是有问题的。此字最左边的部分是阜，这个阜是竖立的山的形象（三短斜线向上的是楼梯的形象）。最右边的是攴，作手拿棍子的形象。中间的是东，是大型囊袋的形象。从使用的意义与字的结构做联想，这个字的创意大致来自在山阜之旁，手持棍棒在扑打一个沙袋。可以推测这是在建筑防御工事。防御工事不是把沙袋堆上去就好了吗，为什么要用棍子去敲打呢？当然这是有其必要的。

原来防御工事不是针对敌人的侵犯，而是洪水。如果是战阵，只要有坚硬的东西布置在前面，就可以阻挡敌人的进攻了，这些袋子没有必要多花力气加以扑打。但是如果防备的东西是无孔不入的，那就要把细微的空隙也填塞起来才能起作用。那么这个防备的对象就是水了。

如果防备敌人的攻击，还可以用石墙或土墙，但防御水灾就不能这样。防御水灾是暂时的，不是永久的结构，用固定性的石墙或土墙，事后拆除还要费很多力气。而且石墙不免有孔隙，不能防止水的渗透。用沙包或土包，可以随时加高，移除也很方便。沙包有相当大的可塑性，沙包与沙包之间的孔隙可以用扑打的方式加以密合，可以

有效防止水的渗透，所以布阵的创意要有手持棍棒加以扑打的动作。后来简化，省略了攴的部分而成“陈”，大概又由“陈”变化为“阵”。

为什么要创造这样的字呢？早期的人为了取水的方便，同时也为避免河流泛滥的灾难，都选择在山上居住。人口的增加，迫使人们往山下发展，才有较大的生活空间。但是越靠近平地，水灾的威胁就越大，也就不得不想办法对抗水患。商人建国的过程就是一个与水灾奋斗的好例子。商人栖息的地域是黄河下游的冲积区，此地区很少发现五千年以前的遗址。黄河的某些段落河道浅，泥沙多，密集的雨水常使河道宣泄不及而造成泛滥。商代之前的几千年间，气候比较温暖，雨量较充沛，因此水灾也比较容易发生。根据《史记·殷本纪》，从商的始祖契到汤建国时（约在公元前一千七百年），共迁徙八次。从商汤到盘庚建都于安阳之前，又迁徙了五次。从他们所栖息的地理环境，迁徙时所做的宣言，推测商人的迁移主要是为了避免水灾。

商人时常迁徙的事实也反映在“昔”[1]字上。甲骨文的“昔”字由巛及日两个构件组成（）。“巛”是大水的灾难，字取象洪水浩荡，波浪重叠翻滚之状。“日”为太阳的象形，表示大水为患的时代是在过去。商朝建都安阳之后就不再搬迁，想是找到较为有效的防范方法了。

注释

[1]“昔”字在〇五一一节亦做过介绍。——编者注

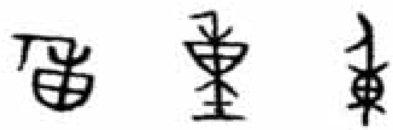
一三二

重量，以囊袋计量

重：『包囊装满货物，提举其重。』

商甲骨文

两周金文



秦小篆

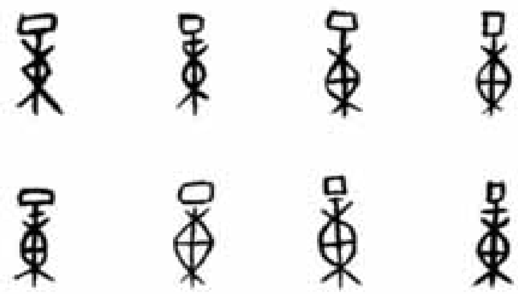


现代楷书

重

量：『大概以袋估计重量与容量之意。』

商甲骨文



两周金文

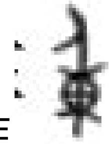
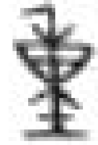
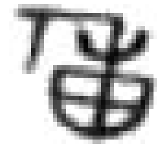
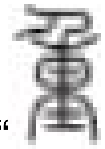
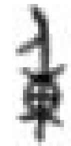
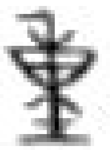
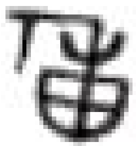
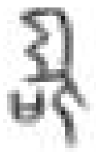
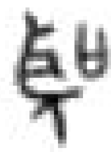
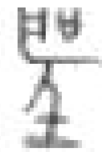
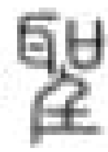
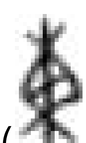


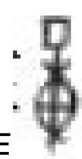
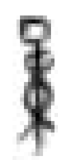
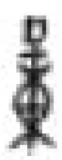
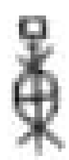
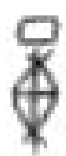
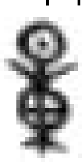
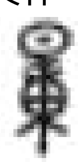
秦小篆

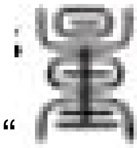
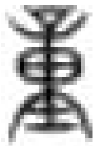


现代楷书

量

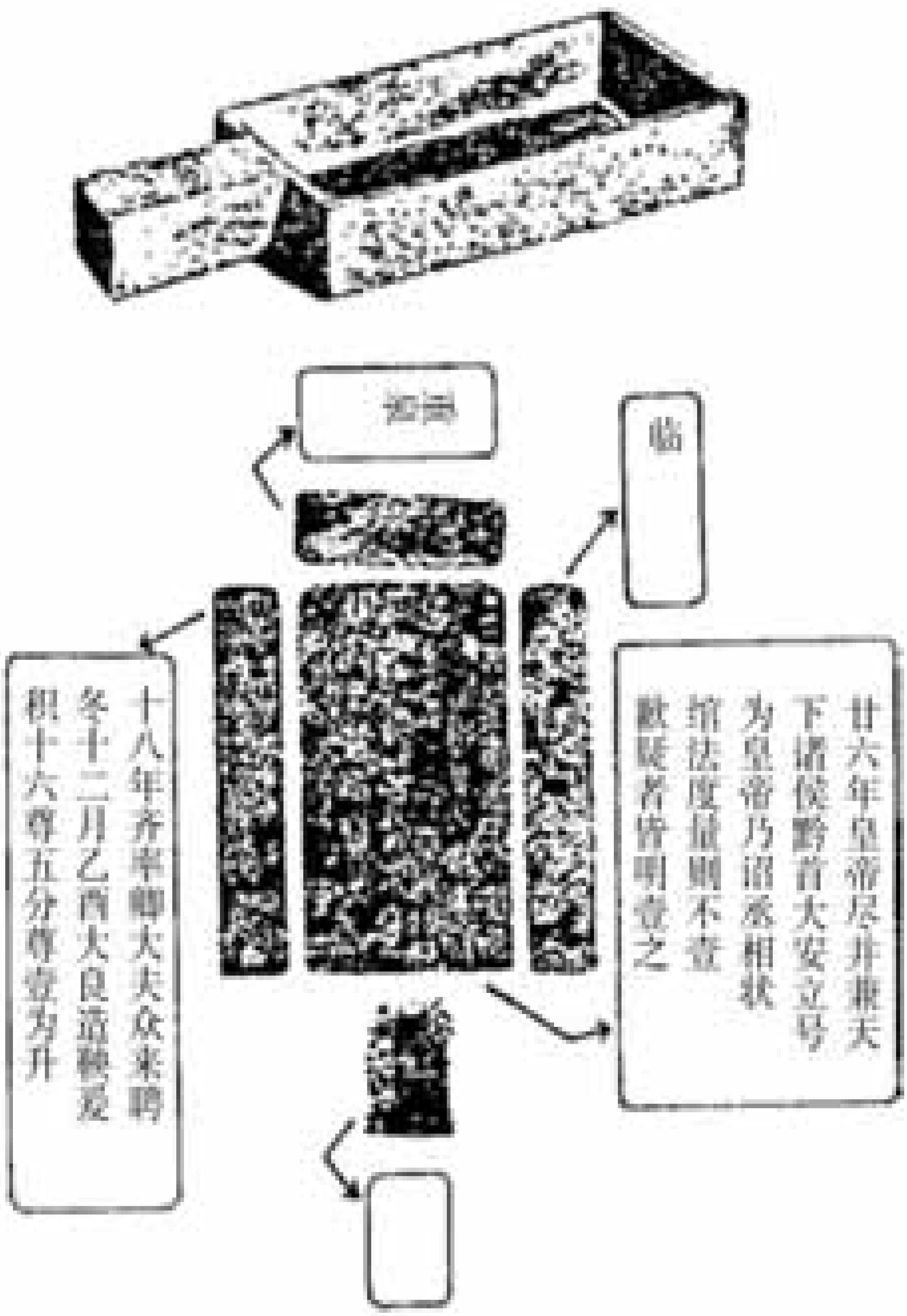
“重”“量”两字的创意也与东（囊袋）有关。依目前的资料，“重”字初见于两周时代的金文，例子也不多，作、、等形。《说文解字》的解释是：“，厚也。从壬，东声。凡重之属皆从重。”不过从文字演变途径的规律看，是此字比较早的字形，是较晚的演化，则是战国时代的简省字形，后来没有被接受为通行的字形。显然，从壬的字形是后来的讹变，这种讹化的现象见于好多的字，如“圣”（→→→），所以这个字不是形声的结构，应是表意字。此字与“东”（）稍有差异，是囊袋上端捆绑的绳索加上某种装置。联合字形与字义看，可能与袋子很重有关。“东”字是大型袋子的形象。大袋子装盛的东西多，重量可能很重，搬动可能不方便，如果使用钩子或什么器具，就比较好搬动，可能这就是“重”字创意的所在。

其次是“量”字，甲骨文作、、、、等形。金文有一些变化（），一是方框中加一点，这是文字演变常见的现象；一是袋子的下方有与“重”字一样的变化，多了两短

画。《说文解字》的解释：“，称轻重也。从重省，曏（向）省声。，古文。”《说文解字》省声之说法绝大多数是不可靠的，不过，与重有关是对的。此字应该也是表意字，是大型的囊袋，在一端附有方或圆形的器具之状。“东”形之上的方框可离析，因此也不是袋子上固定有的装置。有可能以某种量具度量袋中之物的容量创意。

重与量是有关度量衡的概念，用袋子去创意是符合古代社会的情况的。估计某些东西的轻重、大小、长短或多少是远古以来生活所离不开的经验。当旧石器时代的猎人们拿着绳索要投掷时，就得自己估计石块的重量、猎物的距离，决定要使用多少力量，抛射怎样的角度才有希望命中目标。但是一旦要向他人传达这种意念，就会发觉各人的了解有所不同，难正确地传达。不像现代人人有共同的概念，不怕会发生误会。度量衡的制度，是人与人接触后才需要的东西，因此传说是五千年前黄帝的创制。不过开始时一定很粗陋，要等到商业社会才会有显著的发展。因为商业是种谋利的行为，要精确计算其成本与利润。同时也要取信于人，生意才能做得成，故促成计量系统的建立和商品的标准化。另一方面也提高了数学的应用。

度量衡的演进大致有三个阶段。最先是依靠人的感官以判断事物的轻重和容量，其次是暂借日常用具加以度量，最后才是有一定的度量衡器及一定的标准。最初的阶段，人们只求大致的轻重就可以。如上文所解释，虽然“重”与“量”字的创意还不十分明白，但显然与装东西的囊袋有关。袋子的大小较有固定的标准，是属于日常的用具，较之最初以手估量物体的重量已有所进步。日常袋子所装的东西大半是价廉的粮食一类，重量稍有出入也不值得多所争论。但如果是黄金一类贵重的东西，有必要计较铢两之差异而需要精确的器具，这就属最后的阶段了。



临
廿六年皇帝尽并兼天下诸侯黔首大安立号为皇帝乃诏丞相状绾法度量则不壹歉疑者皆明壹之
十八年齐率卿大夫众来聘冬十二月乙酉大良造鞅爰积十六尊五分尊壹为升

图一

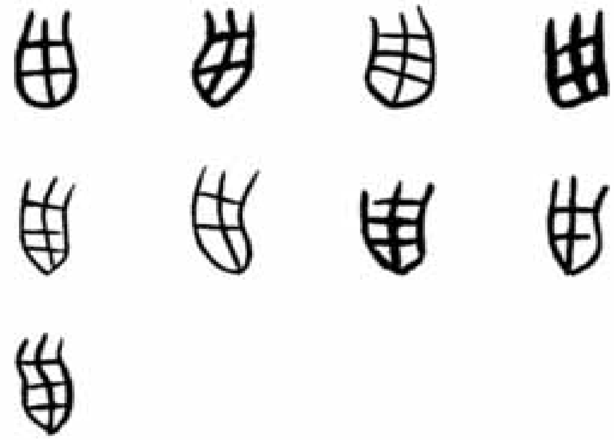
公元前三四四年商鞅督造的标准量，以十六又五分之一立方寸为一升

一三三

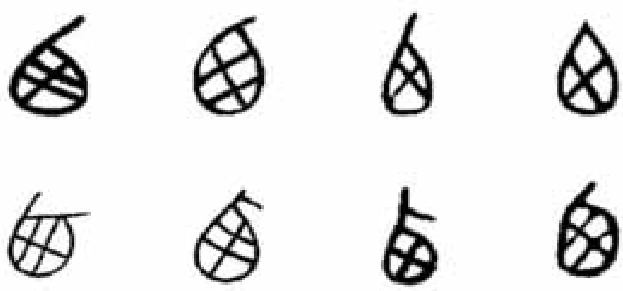
西，编织篮筐？

西：『作篮子一类的编织器物形。』

商甲骨文



西周金文



秦小篆



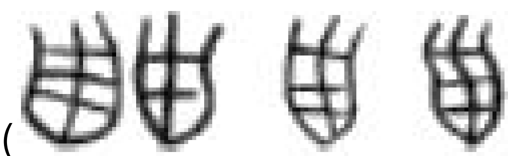
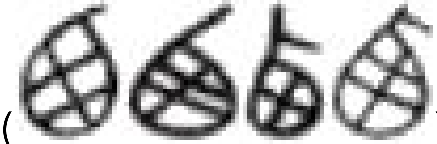
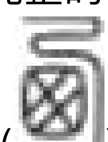
现代楷书

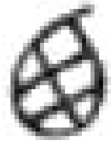
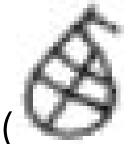
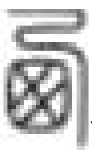
西

之前介绍过“东”字，甲骨文的形象是个大型的囊袋，大概因音读的假借，用以表达东的方向。“东”的字形逐渐演变，像是以日在木中构形，被曲解为以太阳栖息于树上会意，有可能因此产生太阳由扶桑木上升至天空的神话。

自然界中，太阳每天从同一方向上升，从另一个方向下落，最容易引起人们的注意而依之以确定方向，所以大多数的民族以太阳在天空的运行途径确定方向，先知道东西，后来才更有南与北方向的确定。一年中春分与秋分这两天的日出和日落才在正东与正西的方向。所以季节的认定也先有春、秋，后来才又发展冬与夏的季节。

既然误认“东”字是得自太阳上升的概念，与之相反的西方，也取自与太阳有关的景象，应是很好的推论。所以《说文解字》给予“西”字的解释是：“，鸟在巢上也。象形。日在西方而鸟西，故因以为东西之西。”认为“西”与“栖”同一字，以鸟在黄昏之后飞栖于西方表意。从篆文的字形看，确实是有点像鸟儿面向西方的样子。鸟儿是不是朝向西边栖息，或飞向西边的树木栖息，虽然还有待求证（鸟儿好像有列队面对下山的太阳的习性），但从甲骨文的字形看，不能不让人对这种解释有所怀疑。

甲骨文的“西”字（）与小篆的字形有相当大的差异。我们可以确定甲骨文“西”的字形，是因为在商代的卜辞中，像“寮于东”“寮于西”“寮于南”“寮于北”这样四个方向都陈述完整的例子有好些个。比较了金文（）与篆文（）的字形，可以了解这个字的变化途径。“西”字到底是以何形象创意？很难百分之百地肯定。有学者以为是藤条、竹皮一类编织成的篮筐。不妨暂时这么认定。其变化，首先是篮筐上部的线条省略成一道，下面

的近方形的圈圆起来（）；接着是上部突出的短线多了一道横出的短线（），这是很多文字变化的规律；然后是小篆的线条弯曲而离析（），使得整体看起来像一只鸟儿蹲在巢上之状。

动植物的生态与阳光的照射条件有绝对的关系，植物如不生长在有阳光的地方，就难从根部获取养料。动物也不得不到有植物的所在求食，所以辨识正确的方向往往是动物求生的本能。人类应该不例外，也是很早就能分辨方向的。如果要求证据，可以利用墓葬的方向加以说明。

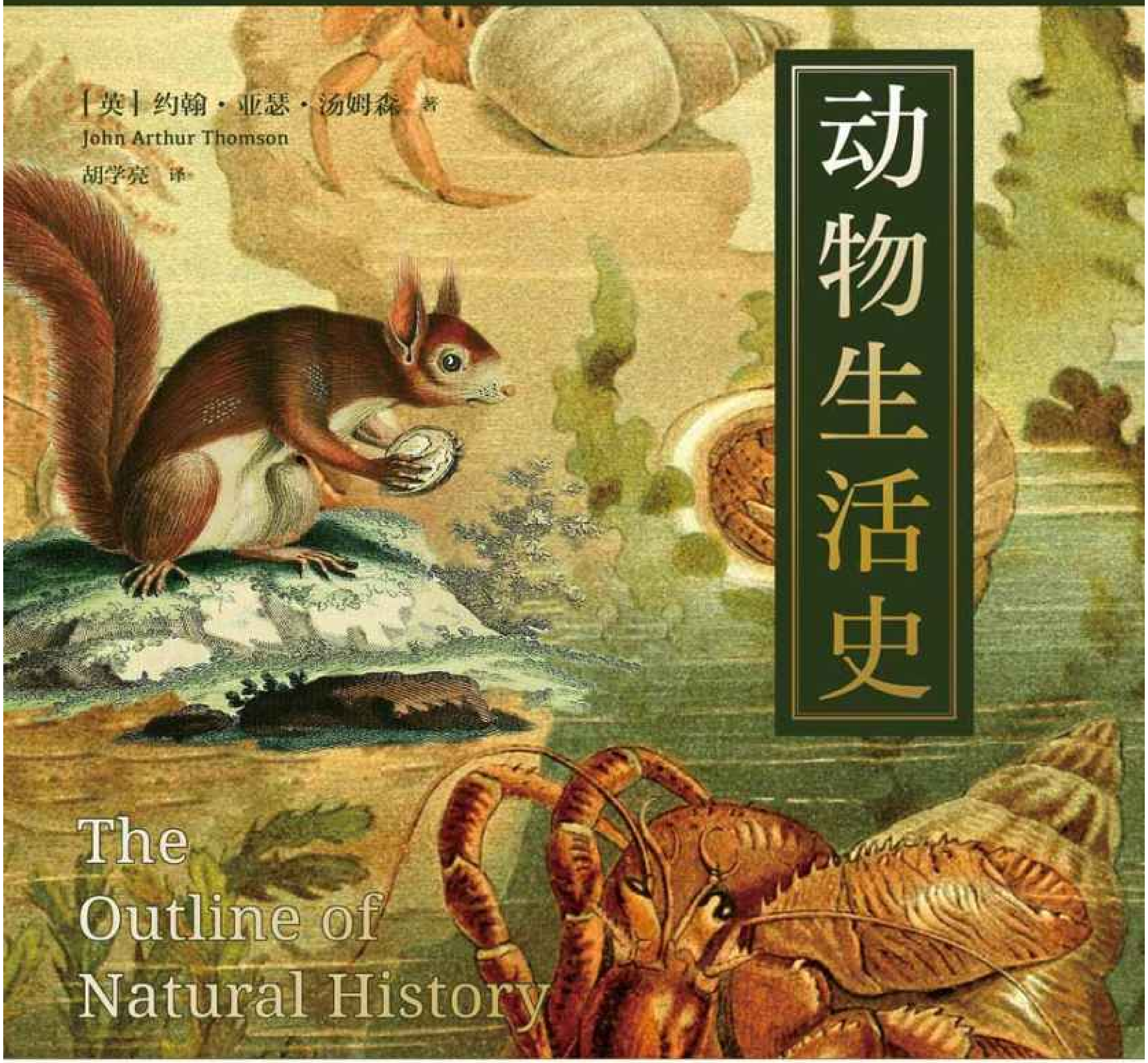
六千年前的坟墓也可以具体表现人们对方向的意识。陕西的半坡仰韶遗址，在保存较完整的一百一十八座坟墓中，绝大多数的头向西，只有一座向东，九座向北，七座向南。稍迟的山东大汶口文化遗址则相反，在一百三十三座坟墓中，只有十分之一不面向东。虽然我们尚不了解这种特定墓葬的方向——在西方的仰韶文化西向，东方的大汶口文化东向——有何实用或宗教上的意义，但已足说明在埋葬时，人们有意识地选择某种方向。还有，在河南濮阳一个六千多年前的墓葬中，分别用蚌壳在尸体之两旁排列成龙与虎的图案。它与战国早期以龙、虎分别代表东西各七个星宿的情形相似，应该也是对东西的方向已有清楚认识，并有某种信仰的证据吧。



图一

朱绘二十八宿漆木衣箱

长七十一厘米，宽四十七厘米，高四十点五厘米，战国早期，公元前五世纪至公元前四世纪



动物生活史

[英] 约翰·亚瑟·汤姆森 著
John Arthur Thomson
胡学亮 译

The Outline of Natural History

在广袤天地间
发现
有灵且美的万物

与之共享
生命中深刻的欢乐



媲美法布尔《昆虫记》
与布封《自然史》的博物学经典！

国家动物博物馆副馆长
张劲硕 诚意推荐

近100张全彩博物馆珍藏动物生活高清图

每一种动物，连同人类，都在生命的大戏中扮演着轻重不同的角色。

版权信息

书名：动物生活史
作者：【英】约翰·亚瑟·汤姆森
译者：胡学亮
出版社：岳麓书社
出版日期：2021-09-01
ISBN：9787553815152

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

序
第一章 高智力的哺乳动物
第二章 探险者之歌
第三章 生活在树上的小家伙
第四章 黑暗中的鬼魅
第五章 生活在“侵蚀的纪念碑”上的动物
第六章 沙漠与草原上的居住者
第七章 海洋的优胜者
第八章 奔波在外的迁徙者
第九章 奇异而胆怯的游荡者
第十章 合群善交际的群居者
第十一章 乘风扶摇的翱翔者
第十二章 在陆地住惯了的游历者
第十三章 水陆通吃的活化石
第十四章 水中的活跃分子
第十五章 走到世界尽头都有它们的身影
第十六章 不失秩序的原始动物
第十七章 生命的秘密

序

研究博物学有许多有效的途径，而最容易成功的途径之一，就是观察动物的日常生活，研究它们各自是怎样解决觅食、寻偶、地盘、种族这四大永久性问题的，这些问题也是本书所研究的主题。我们一旦踏入这个领域，就立刻会对动物表示同情，因为动物的难题实际上就是我们人类的难题。

任何一种活着的生物，都在生命的大戏剧中充当一个演员，其轻重亦如它们所扮演的角色。至于人类，则在这一出戏剧里饰演着最高明的角色。整个世界就是一个千变万化的剧场，上演的戏目历经许多万年，绵延至今，而且还要继续演下去。不过，自从人类开始观察剧中的演员，并探究剧本中的情节以来，所经历的岁月，比起整部戏剧的时长，只能算是短短的一瞬。

本书偏重讲述动物的野外生活，并重点讲述脊椎动物里的哺乳动物和鸟类，在无脊椎动物中特别讲述昆虫和蜘蛛。原因非常简单，因为我们对它们的了解最为详细，也最为确定。一旦我们开始研究动物，不久就会明白，如果不是举出——虽不是最郑重地举出——生物学的若干基本问题，研究简直是无法前进的。我们的宗旨之一就是要表明：古老的博物学中有一种训练思维的法则，发展成为现代的生态学，正和解剖学以及生理学等相对富于分析性的研究方法所包含的一样。除了训练思维外，我们还希望本书的叙述能够打动人们，从而吸引众多读者共享生命中最深刻的快乐之一——即使不是深不可测，也是最深的一种。



第一章
高智力的哺乳动物

它们在森林中生活，敏捷是它们天然的属性，它们善于发现周围瞬间的变化和动静，觉察到新出现的异常现象。

动物大致可分为脊椎动物和无脊椎动物两大部分，而这两大部分又各自可分出许多纲。其中，脊椎动物可分为：（1）哺乳纲，大都有四只脚且身上有毛；（2）鸟纲，有两只脚且有羽毛；（3）有鳞的爬行纲，如蜥蜴和蛇；（4）光皮的两栖纲，如蛙类和水螈；（5）鱼纲，有鳃和鳍。无脊椎动物可分为：（1）软体动物，如蜗牛及双壳纲；（2）蜘蛛及其亲属；（3）昆虫纲；（4）甲壳纲，如蟹和虾；（5）多种蠕虫；（6）海盘车、海胆及其族类；（7）水母等类似植物的动物；（8）海绵以及最简单的动物；（9）只含有一个细胞或生活质的单体动物。

我们先讲哺乳纲，人类也属于这一纲，尽管比其中的任何一种别的动物都要高级许多。这一纲包括猴类、肉食动物、有蹄动物、食虫目及啮齿类动物，等等。

猴类的生活状态

猿猴这一目（灵长目）包括许多不同的等级，最高级的猴类智力已超出除人以外的任何动物。它们可分为：（1）新时代的猴，如蜘蛛猴和吼猴；（2）旧时代的猴，如猕猴和狒狒；（3）类人猿，类人猿也只限于旧时代，如长臂猿、合趾猿、黑猩猩、大猩猩及猩猩都属于这一类。

我们先讲一下猴类的感官，因为感觉器官是智慧的大门，且又能协调发出动作。猴类都具有极好的感觉器官。犬与马的眼睛是向旁边横视的，而猴的眼睛是向前直视的，这与我们人类相同。这极为重要，因为这样使得猴类任何时候所见的东西之中的大部分总是可以两

眼同时看到。这就是所谓的立体视觉，能辨识物体的长度、宽度及高度。猴类还能辨别不同的形状（甚至于印刷的字母）及不同的颜色。它们在森林中生活，敏捷是它们天然的属性，它们善于发现周围瞬间的变化和动静，觉察到新出现的异常现象。猴类的听觉也极为敏锐，但嗅觉则不如犬类发达。

手可以自由活动是猴类与其他哺乳动物最大的区别之一。虽然它们仍用手行走，但它们的手并不像狗的前脚那样不能脱离地面。它们的手已经具备攀、攥、提、握等功能，具有敏锐的触觉和抓握物体的能力。当然，我们也能看到其他哺乳动物有类似的举动，比如松鼠将果仁捧在手中，但是猴类的手有操纵其他物体的能力，而且手和眼睛能够协调并用。猴类使用它们的手，就像在使用工具一样，大家都知道它们是怎样拆散东西，或将刷子柄拧上拧下，并且以此为乐的。

无休止的试验

要了解猴类，必须要认识到它们有比较发达的大脑，并且进化到了很高级的阶段。观察一只强壮的猴子的双眼，就能察觉到它心中好像有若干情绪的变化。猴子非常聪慧，非常不安定。桑代克教授说："我们观察一只猫或一只狗时会发现，它们做的事情相对很少，而且安于长时间无所事事。而如果观察一只猴，你简直数不清它做了多少事情。无论什么都能吸引它，它只是为了活动而活动。"

如果有什么东西可以找到但还未找到，猴类就总是不满意，一定要尽快找到才肯罢休，它们的不安定可见一斑。吉卜林（英国小说家、诗人，诺贝尔文学奖获得者）告诉我们，里奇·提奇·泰维（小说《丛林之书》中的灰獴）一生是以发现事物为己任的，但这对于猴类来说更为可信。如果说它们对世界是有好奇心的，似乎也不为过。

桑代克教授的一只猴子偶然触碰了一条突起的金属线，金属线颤动了，它对此非常感兴趣，这只猴子在以后的很长时间里只玩这个游戏，反复尝试达数百次之多。虽然它得不到什么，但它已经沉醉于这金属线的嗡嗡声中了。

猴子的动作往往非常快，当它脑中闪现出一种想法，便会立刻付诸行动。在我们还没有看出猴子要做某件事时，它往往已经把那件事

做完了。在学习将两种事物（如声音与动作）相联系时，猴类是所有动物中最敏捷的。萨莉是伦敦动物园中一只著名的黑猩猩，老师教它依所报的数目而举出相应的稻秆，不久它便学到了5。它听到“5”或“4”或“3”的声音时，便如数拾起稻秆，它因此会得到老师的奖励。老师企图教它“5”以上的数字，但都不太成功，也许这与它的耐性有限有关。教它“5”以上的数字时，它常常将稻秆在拇指与其他指头之间折成两折，两端在一处露出来，当作是两根稻秆。把稻秆折叠，也许是为节省时间而采取的一种聪明的做法，虽然老师从不曾因此奖赏它，但它常常如此。

福尔摩斯教授养了一只冠毛猕猴，名叫莉齐，它与直布罗陀的猕猴是同祖兄弟。莉齐对能做或不能做的事都饶有兴致。它的铁笼前面是竖铁条，可容莉齐的手臂伸出来。有一次，一个苹果放在它的手够不着的一块木板上，但木板有柄，离笼较近，它可以抓握。莉齐立刻伸手抓木板的柄，把木板拖近到铁笼旁，从而取得苹果。它的动作毫不迟疑，或许拖动长有果实的树枝使之靠近身体，本来就是它这一族的一种习惯。

还有一次，教授把一个盖着软木塞的瓶子给莉齐，瓶中有一粒花生，摇之就会发出声响。它基于本能立刻抓着瓶子咬扯，把软木塞用牙拔出，但是却不会把瓶子倒立而使花生掉出来。这是一个显示其智力有限的有趣例子。它最终拿到了花生，而且若干次后它所花费的时间要比前几次少得多，但它却总不能理解其中的奥秘。它的进步似乎在于减少了没用的动作，但这是一种低等阶段的学习。如果莉齐很聪明的话，它应当知道使瓶子倒过来。

猴子学习怎样打开迷笼要比猫和狗灵敏得多，会按照一定的次序消除种种阻碍，这与它们高级的手所掌握的技能密切相关。它们一次又一次地尝试，排除了种种的误差，因此成绩在莉齐对于瓶子的经验（我们不能说是试验）之上。

有一次，一只猴子在时隔8个月之后，仍然能立刻打开迷笼的门，这显示出它有很好的记忆力。对于有些猴子，我们可以教它们从类似于汉普顿宫迷宫的建筑中寻找出路，这种游戏的关键在于记忆迷宫中的转弯与曲折处。有一个很有趣的记录显示，有两只猕猴在它们将到终点时，张口作声，仿佛在说：“我们这次成功了，离奖赏近了。”

一般以为猴子非常善于模仿他人的动作，但我们认为这个观点只是部分正确。有一次，我们在观察两只黑猩猩清拭它们的小橱时，发现了一个很有趣的现象，它们扯咬湿布的样子与洗衣的妇女非常相似。这或许仅仅是因为它们看到过这样的动作，所以它们便这样做了。但根据猴类试验的结果所得出的结论是：总体而言，每一只猴子都是自己找出问题的解决方法的。除非问题极其简单，比如用一根树枝去把较远的食物移动到自己身旁，否则，你仅仅是做给它看的话，对它而言往往是没有什么帮助的。不过这也不是绝对的，我们要知道，猴类包括很多等级，有些猴子比别的要聪明很多。

虽然猴类是不安定的，但它们却是坚定的试验家，它们尝试依靠手的技能解决非常难的问题，而且能够记得问题是怎样解决的。有一只表演杂技的名叫彼得的黑猩猩，它也许可以称得上是我们所研究过的最聪明的猴（准确来说是猿）了，它能够溜冰、骑自行车、穿针、解结、吸纸烟、串念珠、敲钉子以及偷钥匙开锁等。

彼得表演得最精彩的杂技是骑着自行车在排列成“8”字形的5个瓶子中间旋绕出入；最有趣的是用锤子敲钉子，用螺旋刀拧螺丝钉，各当其用，一点也不混乱。有一次，我们用一把异形的锤子来试验它，它很仔细地抚摸锤头的两端，然后用平的一端而不是用圆的一端来敲钉子。彼得在台上进行不同的表演能有36场之多，它依次表演，表演得很好的时候，可以不用什么明显的提示来帮助它。它的教练员除了帮它预备台上的用具外，似乎不用做其他事情。彼得很乐于表演杂技，但也许是因为过于劳累，不久它就死了，当时只有7岁。

纽约动物园的董事霍纳迪博士在他所著的《野生动物的心理与行为》（1922年出版）一书中告诉我们，有一只受过训练的黑猩猩，名叫苏才脱，是个表演自行车杂技的明星，在滑冰的时候，神情非常安详。它可以直立在大的木球上，用精巧的平衡法以及脚上的功夫把球滚上一个陡峭的斜面，再滚下许多级扶梯，而后安然地回到台上，一次也没有失去平衡。这种技术需要的智力程度非常难以测定，但有一点可以断定，它的成功全靠它敏捷而果断的判断能力。

大家必定都承认猴与猿，正如马、狗、猫、大象，原本就有智慧的行为。我们的意思是，如果不假定它们有一定的思考能力，那么我们是不能圆满地描述它们所做的事情的。如果我们不假定它们常常会在脑海中自言自语，“如果这样，然后那样”，那么对于它们所做的事

情，我们就更不明所以了。我们必须要相信它们有些微弱的思想，用术语说就是“知觉的推论”。这就是说，它们的心中有个小小的实验游戏，而这一游戏的筹码就是记忆的影像或事物的图像。如果它们以“概括的观念”如“人”或“奖赏”为实验，如我们有时所做的一样，则应当称之为“理性”或“概念的推论”了，但是动物表现出具有超出人类水平线以上智力的情况确实不曾有过。

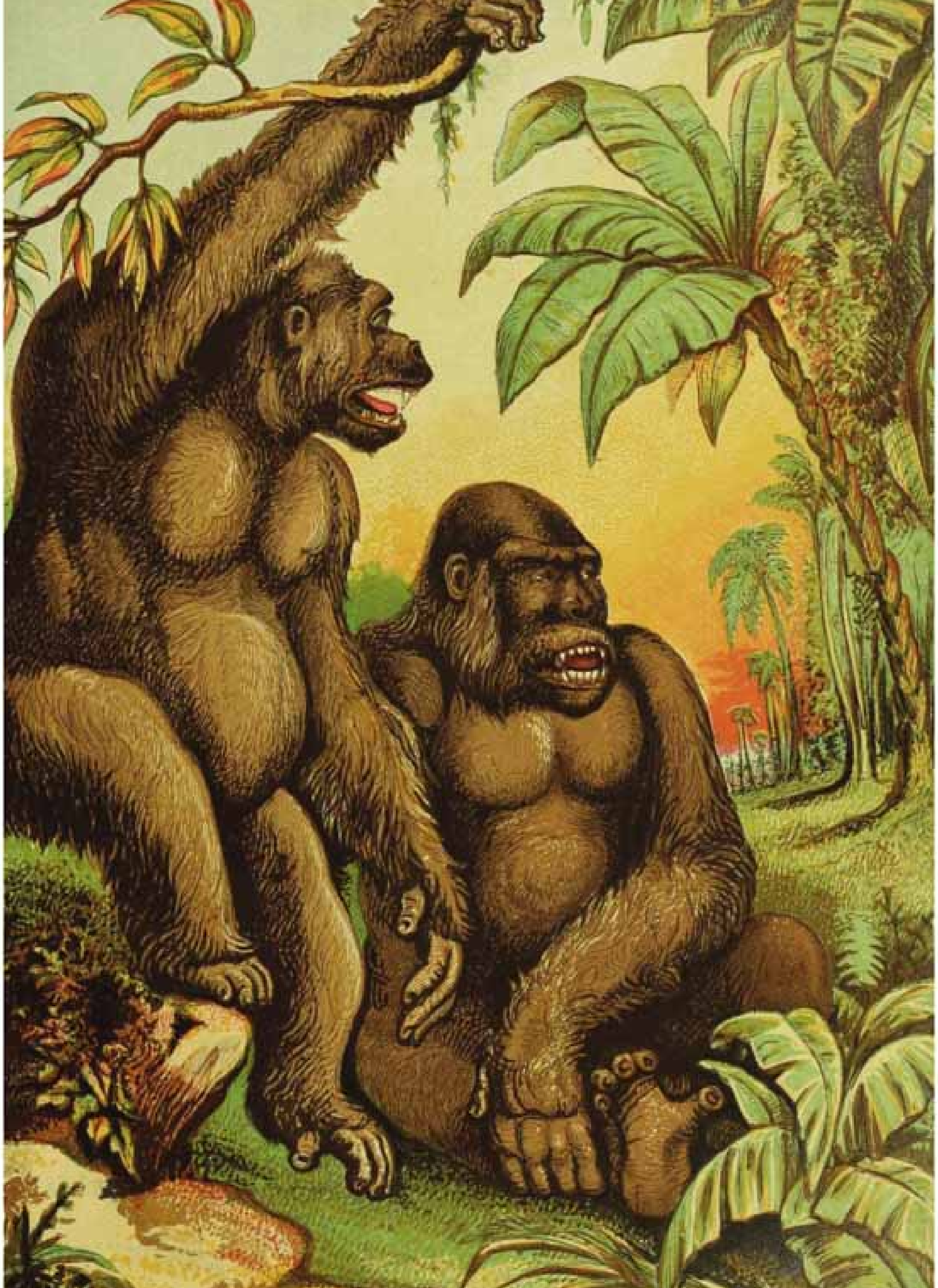
将这一件事弄清楚是很重要的。让我们通过讨论大猩猩来说明这个问题吧。

大猩猩

1918年，潘尼少校在伦敦的一家商店买了一只年轻的雌性大猩猩，将它从恶劣的环境中解救了出来。这只幼小的猩猩由坎宁汉女士来教养，她把它的成长记录编成了一本册子。自从生活境况改变了以后，约翰（猩猩的名字）就开始变得快乐起来。它开始喜欢整洁，每天主要的食物是热牛奶和新鲜水果（也是经过加热的）。尽管它吃得很慢，在饭桌上的状态却很好。如果把水龙头拧开，它取水喝完之后，仍会把水龙头拧上。它独自嬉戏，或者与一个3岁儿童一起嬉戏。它喜欢小动物，如小羊、小牛之类的，但害怕已经长大成熟的动物。它喜欢在走廊里游戏，并且会把窗框上的栓子打开，把窗户推开以便窗外的行人能够看到它。它常常鼓掌或者用拳头击打胸部，正如杜·沙伊鲁所描述的那样。约翰非常小心，对周围的人——如果有人在高高的窗户上眺望——感到非常好奇。它并非总是很乖，但肉体上的惩罚是用不着的。（我们觉得处置约翰的唯一方法就是责怪它太顽皮，并且把它从我们身边推开，这个时候它便会在地板上打滚哭喊，并表示自己会悔改，随后扶着人的膝盖，把它的头伏在人的脚上。）

有一件很有趣的事情，那就是它对于3岁的游伴摔倒做出的反应。如果那个女孩哭了，而她的母亲不来扶她的话，约翰便当即抓捏那位母亲，或者用力打那位母亲一下，认定她就是女孩哭的原因。这只年幼的猩猩究竟想的是什么呢？这是非常不容易判断的。或许它想的是：“我的小伙伴哭了，正如我被所爱的人推开而在地板上哭一样，她的母亲竟然不把她从地上扶起来，我对她的母亲该怎么办呢？我要到她母亲的身边打她一下，就是让我哭喊，我也是在所不惜的。”如果这

真是它的想法，那么它做的事情就是非常明智的。当然，如果认为这与我们人类经常做的事情一样，那是错误的，但不管怎么说，这总是体现其智慧的行为。换一种解释，如果我们能相信大猩猩约翰对它自己说的话是：“这是莫大的不公平，任由我可爱的游伴啼哭，我大猩猩约翰必须抗议。”那么，我们便要相信它是有理性或者说是有概括的想法的了。但这种解释太过牵强了，第一种假设也是这样。大概这只大猩猩愤怒了、困惑了，它之所以打那位母亲，正与小孩子有时候所做的行为相同，与它用手掌击打自己的胸部相似，并不包含过多的智力成分。



坎宁汉女士告诉我们一件大猩猩约翰做出的与人类特性极其相似的事情："一块露出骨头的牛排，恰好从屠户那里送来，因为我有时候给它小块的生牛排肉吃，所以把牛排上较差的肉切了一小块给它。它尝了一口，就郑重其事地还给了我，拿着我的手放在肉的精良部分上，我从那里切了一小片给它，它吃了。这个时候，我的小侄女回来了，她不相信这件事，让我重新试验一次，而结果是相同的，粗劣的肉它甚至尝都不尝。"

有一天，坎宁汉女士准备外出，约翰要求坐在她的膝上，这是它的"荣誉宝座"。但坎宁汉女士拒绝了它的要求，因为她穿了一件浅色的衣服，担心被它弄脏了。约翰按着它的习惯，滚在地板上哭了一会儿，起身取了一张报纸铺在坎宁汉女士的腿上。按照坎宁汉女士的说法，这是它所做过的事情当中最为聪慧的一件了，如果用语言来形容的话，可以假想它会说："她不许我坐在她的腿上，怕把衣服弄脏，但用一张报纸垫着的话，便不会弄脏了，所以我要取一张报纸。"如果这确实与约翰心中所想的一样，并且它从来不曾见到过一张报纸被这样使用过的话，那么它的行为虽然不是理性的，但值得被称为很有智慧。但要科学地断定此事，我们得细问那只大猩猩是否见过坎宁汉女士把报纸铺在衣橱的抽屉底下，或用隔板垫在什么地方过，更要追究细问的是坎宁汉女士用刷子给约翰梳洗时是不是常常穿围裙。简而言之，除了故事的表象之外，我们还要细究许多事情。即便说这只猩猩的行为是有智慧的，但其智慧的程度需要再做进一步研究。我们在博物学上得出论点比以前严密多了，不愿轻易地去接受每一个记录的事件。

大猩猩有两种：北部刚果森林、英法属喀麦隆及加蓬地区的西非低地种，西北坦干伊喀湖及基伍火山的高原东孔戈种。巴恩斯先生最近会研究上述第二种，他曾有过在猿的产地观察最大的猿的经历。

高原上，猿的活动范围可以达到1000英尺（1英尺约合0.3米）的山上，这和它的主要食物——生在热带非洲高地的竹笋——有关。它能在高山活动是因为它的皮肤上长着厚而暗黑的毛（因为高山上的气候比较冷），只有胸部除外；它的头顶也有一大簇毛，与英国士兵的熊皮帽非常相似。

大猩猩体格硕大。有一只被巴恩斯先生射死的大猩猩，从头到脚的长度达6英尺2英寸（1英寸为2.54厘米）。另外有一只手臂长19英寸，重32英石［每英石等于14磅（1磅约合0.45千克）］，即使是学过日本柔术的运动员也不能抵御一只发育成熟的大猩猩。它可以掰断粗树枝、撕裂狮子的前腿或者豹头，它当然也能将哈肯施密特或山道（二人均为健美运动员——编者注）的肢体在几分钟内撕碎。如果有人不幸惹怒了一只大猩猩，他必须开枪或者打开留声机——并不是因为音乐可以安抚这野蛮的巨兽，而是由于某种神秘的原因，它听了之后会受不住。

我们自幼就相信，猿类归根结底是猿类，因为它们一直在树上生活，而人类的祖先是住在地上的。不过，巴恩斯先生坚持认为大猩猩不是树居的，它的手和脚都不过是用来攀树罢了。这种巨大的动物有一种奇妙的行走方式，在竹林中走得极快，它把竹竿当高跷一般使用。如果有人在高处观望，可以看见它那黑色的头颅起起落落，长大的手臂伸上伸下，好像怪物们在碧海中游泳一般。在平地上，除非它手握头顶上的树枝，或者可能被它唯一的天敌——人类——攻击时，它是很少直立行走的。实际上，大猩猩是四脚着地曳步而行的，而且它的手指弯曲成拳，手背与地面相接触。

高原上的猩猩从来就不在树上筑巢，它们是贴近或卧在地上生活的。实际上，它们并没有什么危险，唯一要避免的，就是自己的身体被经常下起的暴风雨浸透打湿。因此，大猩猩一般会卧在空树洞中，或极其茂密的树枝下，或一个铺有羊齿类植物和嫩树枝的穴中，或一片广阔的竹林墩地上。在竹林墩地上，大猩猩享受着日光浴，时而来回徘徊，时而采摘嫩草。

高原上的大猩猩的食谱似乎没有低地上的那么丰富，它们既不专心吃水果，也不掘食植物的根。如果可以的话，它们也会吃蜜，但主要食物仅是竹笋及有汁的草，如酸模、芹科草等。

按照巴恩斯先生的说法，猿类已经有了小家庭，其中包含雄猿、几只完全长成的雌猿及四五只幼猿。但关于这一重要的问题，我们必须得参考多次极严密的观察才行。有时我们看见，失去了家庭的老猿是独自居住的，它们或许是被年轻强壮的同类打败而被驱逐出来的，它们不像那些老鳏夫，它们只是衰老的父辈。

如果我们进一步观察猿的话就会发现，它们的胸部很发达（胸围60英寸），牙床极大，有可怕的齿，叫声似水牛而声音尖锐。但平常情况下，猿类是很沉静的，足见它们并不是天生喜好争吵。它们在高兴而且好奇时，发出很大的鸣声，好像大狗一样，接着便用自己的拳头击打自己那无毛的胸，其声“乓乓”，以传达危险或者亲近的信号。我想它们有时只是在鼓舞自己而已，因为我听到这声音的时候，并没有发现有什么危险足以使它们感到惊骇。

一只完全长成的雄猿，身高超过6英尺，毛色黑而灰，有时略带红色，见过它的人都会印象深刻。然而，巴恩斯先生却向我们保证，猿类的可怕程度远远比不上伦敦的交叉路口。

若不是因为猿类的双臂比双腿长很多，给人一种不符合比例的感觉，它也算是很美观的了。幼猿与小孩玩具中的大腹熊非常相似，应该得到称赞。如果不带偏见地看它们，大猩猩也不能算是丑陋的。

大猩猩的视觉、听觉、嗅觉都不是很灵敏，它们唯一的长处就是力气大。它们有应有的聪明，从试验来看，它们有大量的潜在智力，若加以适当的引导和刺激，就可以激发出来。有种观点认为，在动物或人的遗传中不应包括没有使用的潜在智力，这其实是错误的。大猩猩若不遭受饥饿、疾病等侵害，也许可以比人类生存得更长久。

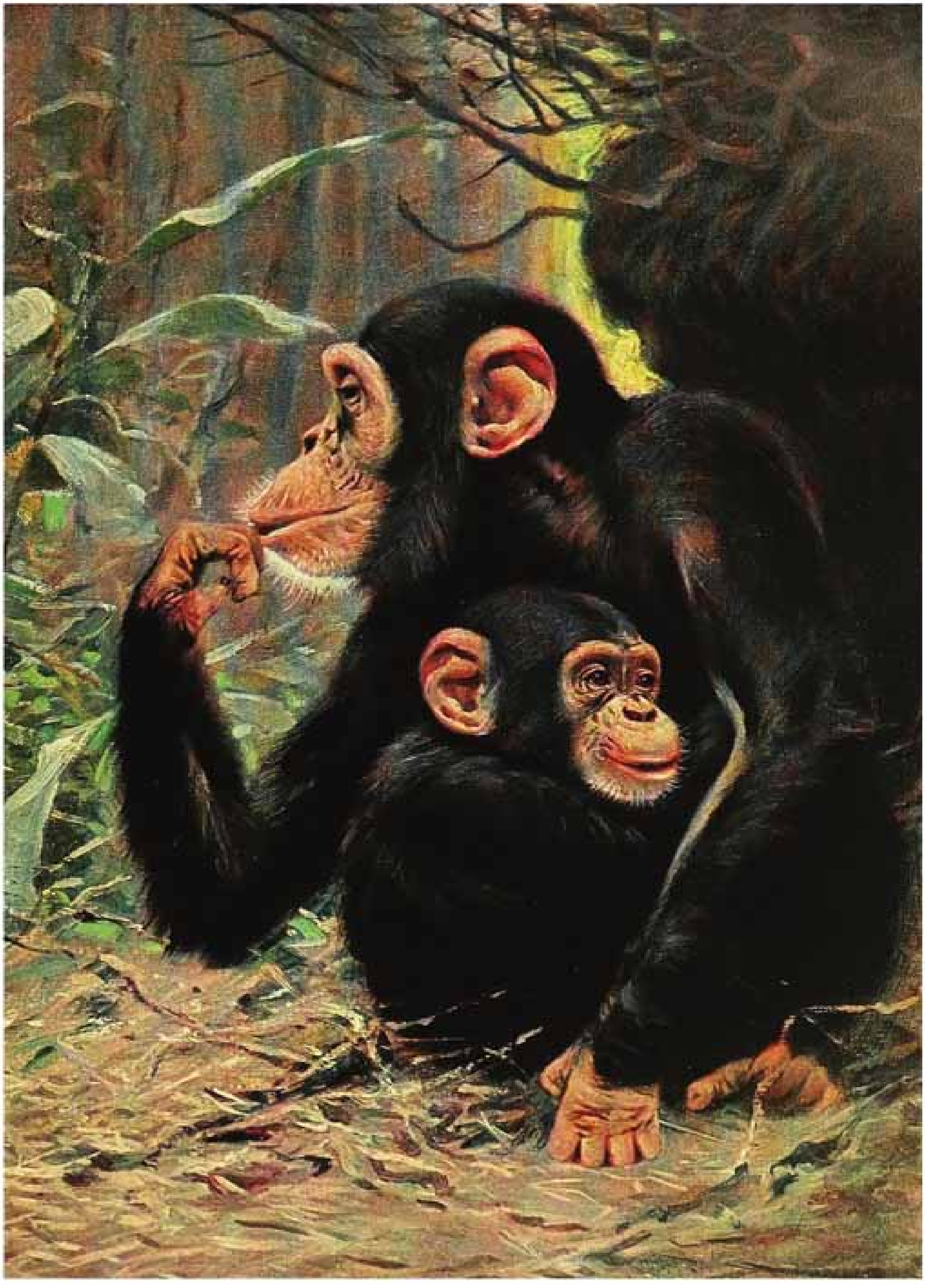
以为大猩猩是凶恶的，这多是出于某种误会。巴恩斯先生所见到的大猩猩都是虚张声势而已，它们绝对不会故意挑衅人。最近，人们在斯堪的纳维亚考察时打死的大猩猩足足有14只，我们以为这是远远超过科学用途所需的。巴恩斯先生曾经说过一句极为人道的话：“但凡稍有感情的人，在狩猎这些大猿的时候，都会想到杀猿是与杀人非常类似的。”它们很有趣，很通人性，幼猿知道危险是何物，大猿富有好奇心，所以猎猿绝不能算作一种娱乐游戏。我们应当乐意看到孔戈的猩猩庇护所，因为我们虽然不能把大猩猩放在我们祖先的队列当中去，但它们还是应该受到我们的庇护，而且也很少有像大猩猩那样更应当受到人类保护的动物。

心理学家科勒教授曾经有极好的机会研究黑猩猩。他对我们说，有一只气息微弱的黑猩猩竭尽全力恳求看守者不要责罚另一只黑猩猩。此外，雌猿还会奔到因患病而倒卧在地的幼猿面前来帮助它，虽然它并不是幼猿的母亲，但它却像母亲那样对它，很费力地将那只平

躺无力的幼猿扶起来。还有许许多多类似的令人感动的例子，在此就不再一一赘述了。

有一次，科勒教授在黑猩猩的注视下，把两只梨埋在笼子前面的沙地里。过了一会儿——在不同的试验中间隔的时间不同，最长的一次达到一刻钟——把一支棍子放在笼中，黑猩猩立即拿起棍子，并从笼子的缝隙中伸出来，掘出埋在沙子中的梨。这必须算作是智慧的行为了。

后来又用数只黑猩猩做了类似的试验，有一次梨子埋下长达16个小时，黑猩猩得到棍子后，还是可以直接从沙子里挖出。必要控制下的重复试验也做过许多次，但结果都一样。这作为黑猩猩的智慧行为的表现，似乎已经是毋庸置疑了。它们对于想要得到的东西有记忆的影像，又能精确地控制其动作，使得挖掘位置与记忆中埋梨的地方相符。但是即使在这里使用含义比“智力”更为广泛的“理性”一词的人，也不会认为这发现埋梨的行为中确有一些理性的暗示。



黑猩猩

黑猩猩是生活在树上的动物，虽然它们在地上活动的时间比较多。它们住在树枝之间，但会下树掘取植物的根及球根，甚至还会到它们认为比较适宜的其他树上去。晚上它们将新鲜多叶的树枝做成一个平台，平台离地面大约有15～20英尺，它们睡在平台上面，一直到第二天天明。它们虽然常常呼啸，却能静悄悄地在树上吃东西，而且不让东西落到地上，使人知道它们在树上。它们似乎很少发出声音。克里斯蒂博士的书上说，白天黑猩猩有一部分时间在大树上度过，生活看来很安逸，摘取嫩芽或者果实，与同伴嬉戏或扮鬼脸，或没有目的地荡秋千，有时还在树下的大木头上假装睡觉。倘若发现危险的讯息，戒备的雄性便离开家，从树顶上下来，只需要跳几次，降落一次，便已经在地上行走了。它用长臂帮助自己在树枝间停驻、攀援，或推开挡路的藤蔓和树枝，却不大用长臂来行走。黑猩猩不用它的臂行走，还可以从其行迹来证明，因为我们所见的仅仅是足印，间或有一两处指节印，这是由于它在林中行走，常常会随地拾起树叶。

但在我们看来，它们的行为却也有一两处接近理性的阶段。霍纳迪博士告诉我们，有一只被捕捉到的名叫桃洪的猩猩，似乎有发现或发明杠杆的爱好。他说：“它发明了杠杆，正如阿基米德发现了螺旋的原理。”他故意用了“原理”这个词，但是发生的事实确实是很奇异的。桃洪自己发现了怎样运用杠杆之后，它又做了其他的杠杆，有时做得很大，可以说它是很聪慧的，因为它的做法已经超出当时的情境了。它把从这一件事上得到的教训和经验应用于其他的事上，虽然其特殊的情境都已经不同了。它极其欢乐地运用它的杠杆，拆掉了笼中的支架，并毁坏了阳台上的两个寝箱。它已经烦恼了很长时间，因为它不能把头探出笼外窥视邻居们的动静——这是一种很自然的欲望。“自从它发现了杠杆的作用，不久便把笼上横着的铁条掀到笼子的顶部，并且使其一端从笼子的钢框及靠边第一根铁条中脱漏出来，然后很敏捷地将直列的两根铁条向外掰弯，因此它可以将头伸出笼外，尽情地观看了。”如果世界上有最喜好毁坏东西的动物，那便是这只猩猩了。

总之，我们必须确信猿与猴有着永不休息且敏捷的头脑，有对外探求的热情，有对事件经久的记忆力，有懂得事物间关系的能力，所以它们能从做过的事情中学到在相似事件中应该怎么做的经验。简而言之，有些猿能达到很高的智力程度。

第二章
探险者之歌

> 它们是北极的探险者、寒冷的征服者，它们强健如狮，坚实如牛，它们比猫更善于捕捉猎物，比狗更有耐心，它们是严格的个人主义者，它们有着慈爱的心。

环绕北冰洋的陆地上只有少数的哺乳动物，除了两种例外，其他都是很小的。但北极地区却是许多大型哺乳动物的老家，其中有一些是现存最大的动物，造成这种差别的原因是什么呢？因为海中有很多较小的有机体，植物与动物都有，这些渺小的生物是一切别的生物赖以生存的食物。这其中的关系也许不是直接的，但无论食物链是长是短，依赖的关系是千真万确的。

因此，举一个长的食物链为例：北极熊的主要食物是海豹，而海豹是以鱼为食物的，鱼类以极丰富的甲壳动物为食物，而甲壳动物则以海面上成千上万微小的动植物为食物。海洋中食物链的第一环是微小的植物，如硅藻，因为一切绿色的植物，不论大小如何，都具有依靠无机体——空气、水以及盐——生存的能力。除了少数渺小的动物具有植物的叶绿素外，没有动物能如植物一般以无机物质为生，因此，无机界中无穷的养料只有植物能够首先享受到。

海底有些地方长有丰富的海草，可以作为许多动物（如海胆）的牧场，还有陈腐的物质或植物的碎屑沉到水下，可以使海底的烂泥异常肥沃。还有一点很重要，冰河入海处的冰山崩碎之时，常带着许多岩石的碎屑，增加了烂泥的厚度。在夏天，同样有许多东西由污浊的冰河中流下来，在内地的平原上——譬如说阿尔卑斯的山麓——形成冲积层，在北冰洋内便成为海底的泥土。

这样的话问题就来了，为什么在北方的海水里有这么多微小的生物，远胜于赤道一带所有的海水呢？已故的默里爵士说过，在北方的水面上只要有一艘船和一具捕捞网，谁也不会饿死，因为在短时间内很容易捕捉到足以让人吃饱的小甲壳动物。这些小动物与虾为远族，

富含营养，它们的体内含有大量的油脂，可以作为寒冷地带人们非常不错的食物。除了小甲壳动物之外，寒冷的水中还含有丰富的自由游泳的软体动物，即海蝶，它们是露脊鲸的主要食物。还有许多其他微小的浮游生物对人类也很重要，使得北方渔业能够繁盛的就是它们。但根本上来说，海上牧场依靠的是微小的绿色植物。这些植物中我们必须将喜水的绿色小动物涵盖进来，像双鞭藻，它们能够在海底像植物一样地生活。

下面是一个新的问题，为什么生长在寒冷地方的某些藻类，如硅藻及双鞭藻，其产量要比在温暖的水中还要高呢？可能的答案是，低温延缓了生命的进程，因此它们寿命比较长，几代一起存在。在温暖的水中，生命的变化或新陈代谢比较快，因此寿命比较短。事实上，南方的海水中藻类的品种比较多，而在北方则每种藻类的数目比较多。

北极熊

北极熊是动物征服寒冷的一个最好例子。它们不怕困苦，却不去冰原的南境，夏季大部分时间生活在北极的冰上，或不知疲倦地在空旷的水面上游泳。在阴暗的冬季，它们不断地在各岛及大陆的海滨搜寻食物。只有在非常饥饿的时候，北极熊才会有比较明显的侵掠人类的行为。

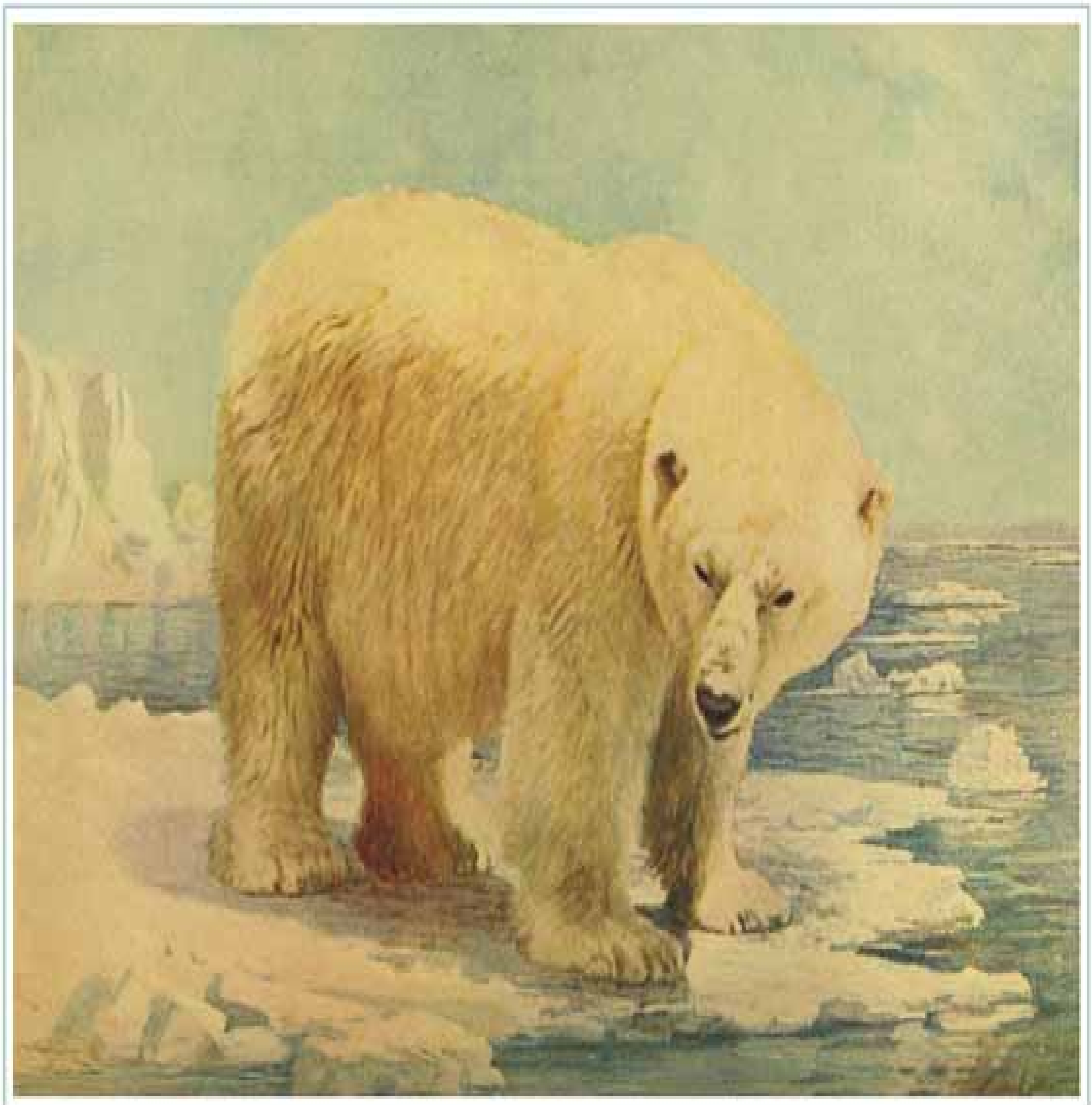
北极熊不但是它们这一科中体型最大的（长达9英尺），而且是最彻底的食肉者，它们需要大量的动物作为食物，可是它们的家却在冰冻的北冰洋中。

事实显示，答案在于海豹。生物界含有相需以生的循环。北极熊似乎是用嗅觉而不是用视觉寻找海豹的，它趁海豹没有防备的时候猎捕它们，非常灵巧。一次，一只北极熊游过一片水面，到了一块有海豹正在上面晒太阳的浮冰旁边，北极熊抬起身体，一掌便打碎了海豹的头颅。

北极熊还有一种更惊人的技能，是人们亲眼所见的，那就是把海豹从水中抓出来。一只北极熊伏在冰原的旁边，耐心地静候着海豹到水面上呼吸。“海豹的头刚刚刚探出水面，北极熊便迅速出掌，把它抓

到冰原上，那时海豹已经昏厥了。”北极熊的这一动作不但有力，而且有良好的判断，能耐心地静候并在关键时刻迅速出手。北极熊是一个老练的捕猎者。

北极熊能够游数英里（1英里约合1.6千米）而不感觉疲劳，它的厚皮袄和脂肪能够让它保持体温。它脚后跟上有毛，大概是为了使它能够在冰上站稳。



北极熊

苏格兰的捕鲸者常称北极熊为“棕仙”，说的是它有乳黄色的毛，它们的毛皮像极了冰原上一块块的黄冰，这种黄色是因冰中混合了微小的硅藻而形成的。布鲁斯博士生前在北极探险时，获取了许多经验，他认为黄色虽然使北极熊在冰雪皑皑的环境中很引人注目，但到了黄色冰块中间，好像披着一件隐身衣。他讲道：“在100码（1码约合0.9米）的距离内，甲板上有25个水手，都没有看见北极熊，只有一个大副，正在观察航线，却看见了它。北极熊虽然近在眼前，但几乎是不可辨别的，因为它极像黄色的冰块。”

除了人类，北极熊似乎没有其他的敌人，我们不能说它的黄色毛皮能保护它，有使它免受伤害的作用。我们也不相信黄色有它存在的理由，即在捕猎时帮助其潜伏的那种理论。因为黄色在白色的冰原中是很引人注目的，只要看看“棕仙”这个绰号便可知道。利用一说若要成立的话，需要寻找其他的解释。事实上，在极其寒冷的环境中，热血动物拥有白色的毛皮是适宜生存的，因为它可以减少热量的损耗。仅次于白色的就是乳黄色。北极熊自幼就是非常白的，它在冬末、春季比其他季节要白一些。

新生的褐熊颈项的背部有带状的白毛，这是一件奇异的事情，与亚洲的日熊即领熊项下的白领相似，不过后者是终生存在的。幼时所出现的特征常常被视作祖先的遗痕，长大以后会消失。我们不得不问：新生的褐熊的白领带是不是暗示它的祖先是白色的呢？

认为北极熊会冬眠的谬误一直没有消失，北极没有真正的冬眠，在长长的黑暗的月份中，地上与地下都非常的冷。不能冬眠，北极熊所做的大约是在严寒的时候，或者母熊临产的时候，在冰雪中做一个窝。北极熊产子是在冬季，那时母熊和所生的幼熊需要临时的住处，所以有做窝的必要，但它们也不会长久住在冰丘中的窝内，因为它们必须寻找食物，所以不得不出去走动。

北极熊是负责的母亲，为了保护它的子女，会全然不顾它自己的安危。有时同时有两三只北极熊在一起，那就是母熊和它的孩子，直至学徒期满了之后，幼熊才与母熊分离。除了交尾期，母熊是和雄熊分居的——它们是严格的个人主义者。

让我们向北极熊致敬，因为它们是北极的探险者、寒冷的征服者，它们强健如狮，坚实如牛，它们比猫更善于捕捉猎物，比狗更有耐心，它们是严格的个人主义者，它们有着慈爱的心。希望它们不会在北极的环境中灭绝。

海象

北冰洋仅次于北极熊的特产，必推海象，它们是北极地区奇怪的哺乳动物。海象与海豹同科，但比任何海豹都要大。我们通常把海象分为两种：格陵兰的与太平洋的，但两者只存在体积与体重上的区别而已。



纽约动物园的霍纳迪博士写道：“太平洋的海象是最奇异的动物之一。完全长成的雄海象是一座活的肉山，身上全是皱纹，丑得像一个怪物，而且它的习惯和它的外形一样奇怪。”这样说来，海象不是一种非常迷人的动物，即便如此，它在外形方面也有它的优点：头部比较小，有许多须，肩部阔大。所以当一群海象直矗在水中时，迎面看去显得很庄严。它们有时被认为是美人鱼故事的主角，现在我们知道美人鱼故事的原型是海牛。

完全长成的海象长约2英尺，重2000～3000磅，皮极厚、极粗，如瘤。幼海象的身上有褐色的短毛，但长大之后毛就脱落了，所以一头成年的海象几乎是全裸的。海象的口鼻能动，具有长而极厚的刚毛，从它们生在嘴旁这一点来看，我们相信它们具有筛子的作用。

上腭有两颗长的犬牙（即长牙），比较壮实的海象的长牙也比较长，但并不特别大。长牙的长度会随着年龄的增长而增加，成年海象的长牙可达3英尺。长牙有许多的用处，对于海象的生活极重要。它们是可怕的武器，因为海象会快速而有效地使用它们进行下击、横击或者上击，即便是力量足以攻击海象的唯一动物——北极熊，见了它也是极其谨慎的。若海象把北极熊挟持住了，它会把北极熊浸在水中，直到北极熊溺死为止。也有人说，海象的长牙是用来攀登冰丘的滑面的。

但长牙的主要用处是获取食物，海象主要的食物是文蛤和别的软体动物，这些东西在浅水的泥中非常丰富，海象便用长牙来掘取它们。海象可以在水中潜伏很长的时间，甚至能潜伏一个多小时，虽然这种情况并不常见。它的骨架与它巨大的身躯相比，稍微显得重些，这可以帮助它在海上获取平衡。人们曾以为海象的食物只有软体动物、蟹和较小的甲壳类动物等，但检查它们胃中残留的食物后，发现有时候许多鱼类也是它们的食物。因此，海象大概与北极熊相似，无论何种动物，只要是它能够得到的，都可以成为它的食物。

海象足上有蹼，前足有小趾甲，足下粗厚的肉趾能帮助它立足于光滑的冰上，前肢没有肘，后肢被一层皮包裹，直至脚部，尾巴也包裹在内。显然，海象在陆地上行动必然是很困难很笨拙的了，它并不像海豹一样可以掉尾而前。它与海豹相比有一个优点，就是可以用后

足向前推进，所以行走得还像样子。但大海始终是最适合它的地方，它很难远离水边。

海象并不是因为自己体质奇异而不得不居住在北冰洋中，而是因为怕不断地被捕害才越来越向北移居。15世纪的时候，它的行踪还见于苏格兰的北部，再往后一些时候，在冰岛还很常见，现在就是在斯匹次卑尔根群岛的北部也已经非常少见了。在1852年，有一支猎队来到那个地方，在数小时内杀了数百只海象，即使用上所有的船也没能载走其中的一半，因此许多的死海象只得慢慢地在海滩上腐烂了。现今，大西洋的海象终年居于格陵兰北部的冰中，而太平洋的海象则居于阿拉斯加的沿岸，并自由地往来于白令海的各岛中。在这些遥远的区域中，它们仍然可以很幸运地繁衍。一位美国的观察者报道，他费了好几个小时在阿拉斯加海边的浮冰群边仔细地观察，经过之处，“是一大队一大队的海象，数以万计”。

在陆地上休息时，海象常常贴紧地面卧在一起，这个习惯一定使它们很暖和，但保存体温最终还是要靠它们厚厚的脂肪。这些脂肪是它们在夏季所积聚的，那时它们能自由地活动，而且它们的优质食物也非常充足。跟别的热血动物一样，在有必要的时候，它们可使其肌肉产生更多的热。在秋天，它们昏昏欲睡，经常成堆地卧着，几天都不起来觅食。它们并不像别的群居哺乳动物那样设有哨兵，但它们有一种方法来保护它们全体。一只海象突然醒来，很怀疑地环视周围一两分钟，然后推动旁边卧着的海象，而自己又重新入睡。旁边的海象亦照例推醒自己旁边的海象，如此进行下去，直至全部的海象都醒了一回。因为全部的海象往往有数百之多，所以它们绝不是同时睡着的。

在两三个月的产子期内，海象居住在陆地上，或其觅取食物的范围是最接近陆地之处。它们不像海豹有那么多的妻子，而是成对地居住。每次只生一子，即使数量最少的太平洋海象也是如此。事实上，一只母海象难于保护一个以上的海象幼崽，因为母海象要与幼崽同住，并且哺乳到两岁。育养期如此之长的理由似乎是，海象长牙的发育与身躯相比比较慢，长牙未长成时，幼崽无法用它来掘取食物，海象母亲很热心于它的孩子，虽然平时很胆怯，但是遇到危险时它却非常凶猛。它潜水前把幼崽挟在两前肢之间，但在水中时它把幼崽负在背上。布鲁斯博士报告说，他遇见百余只母海象游近他的船，每只背

上都背着它的孩子。幼小的海象有时被捕，它们很友善，非常喜欢嬉戏，但不久便死掉了。成年的海象被捕后是无法养活的。

海象对于海滨的爱斯基摩人来说，是极为重要的。它的肉可供食用，厚皮可做成雪橇犬的挽具，脂肪可用来烹饪或点灯，长牙虽不及象牙那样白而坚硬，却可以做成杯子。骨与筋腱也有许多的用处。

爱斯基摩人在陆地上非常容易杀死海象。在海上，他们乘坐皮盖的独木舟猎取海象，则是一件非常冒险的事，因为海象虽然不是天性好斗，却会因为好奇，成群聚集在独木舟的旁边。杀死一只海象便会激怒别的海象。它们会攻击独木舟，并且能一击使之倾覆。海象能抵抗爱斯基摩人和其独木舟与鲸叉而保全其种族。被人作为食物而死的海象，在其巨大的数量中不值得一提。不幸的是，它们的脂肪、皮及长牙，除了爱斯基摩人外还有许多人想得到，以前的商人经常毫无怜悯之心地杀死许多海象，以至于这种有趣的动物几近灭亡。但在北冰洋中人迹罕至的地方，算是例外。

北冰洋中别的哺乳动物

北冰洋中有许多的海豹，它们作为水中生活者比海象更进步，因为它们的后肢已经变为向后弯曲，与其短尾相连组成一个有力的推进器，所以海豹在陆上行动不大便利，它们笨拙的行动方式使它们非常容易灭亡，至于它们的生活状态前面已经讲过了。

海豹有许多种，鲸也有许多种，完全生活在北冰洋的，有庞大的格陵兰鲸，但数目越来越少。格陵兰鲸身长50～70英尺，以海洋中的甲壳动物及软体动物为食，其捕捉动物后，从鲸须边滤过，然后卷至舌上。最奇异的是白鲸，长约10英尺，皮色乳白，处于北冰洋的海边，经常进到河里搜寻鲑鱼及别的鱼类。最有趣的一点是，这种白鲸在幼时带有黑色，长大之后才变成白色。

与白鲸有关的是被水手们称为“一角兽”的一角鲸，它也是极地动物，非常有名，因为其大多只有一颗牙齿——雄鲸的长而呈螺旋形的长牙，有两颗者极少。雌鲸的牙齿很小，雄鲸的牙齿长至7～8英尺，但牙齿有什么用途，还真不好说。

还有一种北极海中的哺乳动物我们应该提到，那就是海獭，它是獭科中唯一一种真正居住在海中的，虽然它的远亲（即普通的獭），也经常到小河及河口。海獭现在已经非常罕见了，虽然在海洋动物全盛的时候——商业的经营及火器未侵入远北之时——它们是非常多的。它在陆地上的行动很笨拙，但它是一种善于泅水的动物，成群的海獭经常出现在远离陆地5英里的海中，它们喜欢仰卧着浮在水面，后肢以及有蹼的大脚伸直，在它们捕鱼之后总是如此。有人说，海獭这样仰卧后，以抛掷昆布（植物名）球从一只手至另外一只手自娱自乐。而母獭用前臂抱着自己的孩子时，也是如此嬉戏的，每次嬉戏长达数小时。

北方森林中的哺乳动物

荒地或苔原的南边有一片森林，主要的树木为松柏科的灌木，其北边为桦木，但中间并无一定的分界，仅有零零碎碎的几块苔原分布在森林带中，也有零零碎碎若干群散处的树生在苔原旁，庄严的落叶松生长在被河流所穿过的峡上，而桦木则散布在各处，其越受侵迫者越见零落。森林稍南的地方有花楸、稠李及赤杨，夹杂于松树及桦木之中，同时还有落叶树出现，而除在高山中外，森林失去了它松柏科灌木的特色，最后成为了大草原。

以松柏科植物为主的区域森林并没有赤道的森林茂密，树与树之间相互分离而立，矮树也不繁茂，更没有茂盛的藤蔓，虽然那里也有许多的障碍物，如倒下的断树，但真正密不通人的丛林是没有的，所以那里的动物也不如赤道地区丰富，不具备明显的森林动物的特征。森林中的动物有许多确实是几乎完全住在树上的，但并不局限在树上，它们也不具备适应于树上生活的特别之处。北方森林中的大部分动物，无论在何处都可以维持同样的生活，而它们选择居住在这里的原因是此处食物丰富，尤其是供给十分稳定。

松柏科森林满是雷鸟、松鸡、山鸡以及别的猎禽，它们在春天尽情享用嫩芽与鲜蕊。夏季到了，它们远行至几英里之外的野火所烧成的旷地上，恣意食用低树及浆果类树上的果子。这种浆果到深秋时分还有，同时还有杜松的坚果及可吃的金松子可以让它们填饱肚子。

到了下雪的时候，那些耐寒的鸟会在暮色中在地上做巢，伏居在窝里，直到次日的正午，才振翅而出。若没有其他的食物可吃，它们便以松针果腹，因为枝杈与小枝上的雪往往已经被吹落了。这些耐寒的鸟不是没有敌害的，不仅小型食肉动物不停地猎取它们，大型食肉动物也以它们为食。但那里的蛇很少，吃鸟蛋的哺乳动物也很少，而且它们会为了误导“猎人”而不断更换地方获取食物。因此，大体来说森林非常适合它们生活。

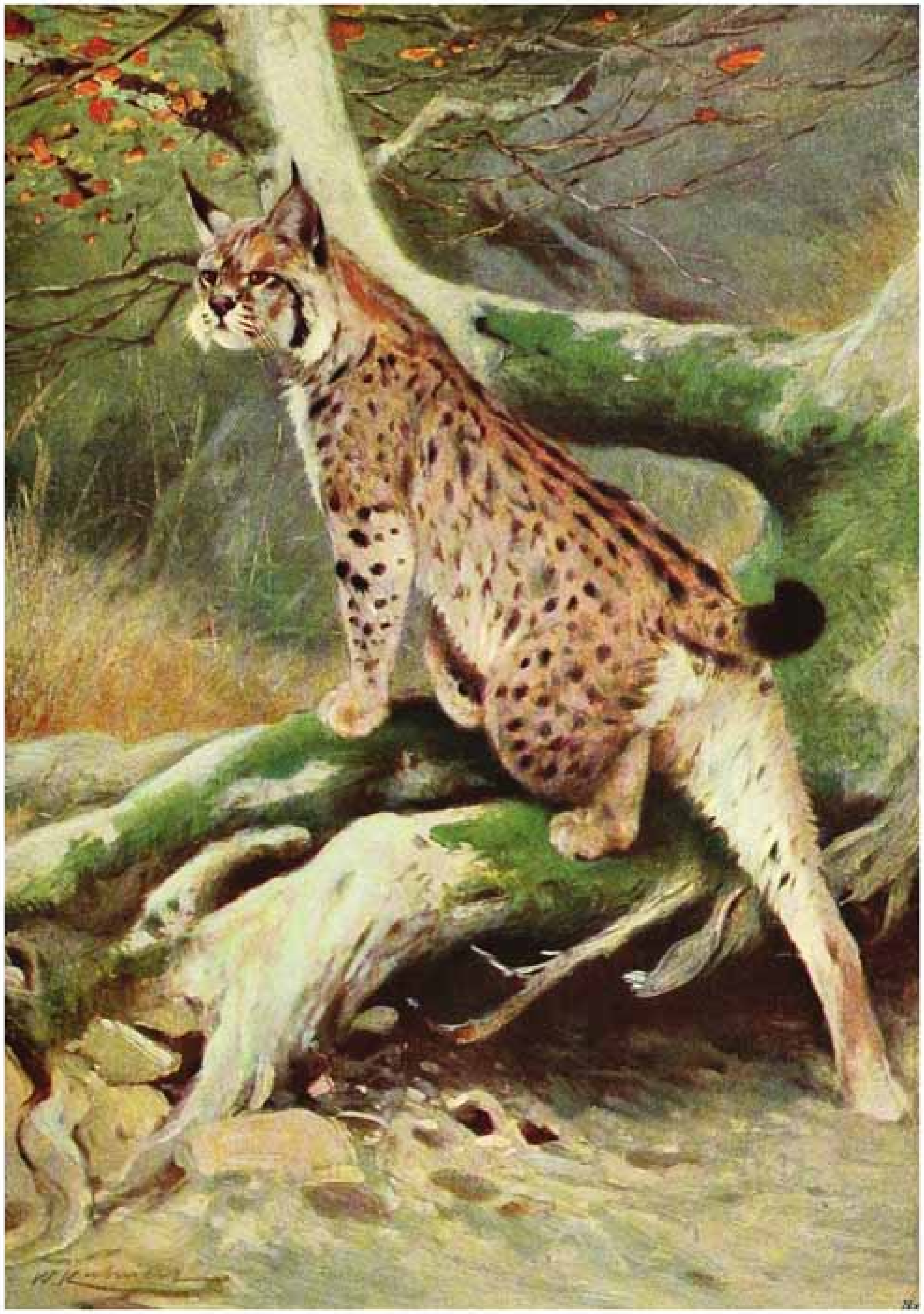
松柏科的森林为多数大型食草动物提供居所和食物。尤其对于鹿科动物，它们是真正的森林动物，北欧驯鹿与北美种的驯鹿在森林中都有它们的异种，比经常到大草原的驯鹿略大。在旧世界的森林中的是马拉赤鹿、马鹿及狍子，在新世界的是弗吉尼亚鹿。但可能更有趣的是，一切鹿中最大的是欧洲和亚洲的麋，加拿大麋与之类似，但更大些。

麋是一种丑陋的动物，足长颈短，长着凸出而善于攫物的上唇和锹形的大角。它们不耐吵扰，一旦被包围，它们便恐慌无措。所以在耕地尚未向森林扩展之时，它们已经销声匿迹。但在斯堪的纳维亚半岛、俄罗斯东部及西伯利亚地区，还有麋生存。“它们是十足的森林动物，能居住在湿地或沼地上，一如居住在丛林及森林中般安适；能越过泽地的一切障碍，一如越过森林中的障碍般容易。它们所吃的东西即便在缺少食物的冬季中也不用担心会匮乏，它们比别的野生动物更容易逃脱猎人或别的敌害之手。它们的敌害包括狼、猞猁、熊及狼獾，但这些食肉动物是否比麋有极其明显的优势呢？这很可疑。因为它们的勇敢正如它们的强健，它们的锐蹄是比它们的角更可畏的武器。而它们也善于利用这两样武器。它们也许会被熊所征服杀害，但它们确能把一头狼踢倒在地，还有可能胜过一群这样永远饥饿的动物。”

麋不能吃地上的矮草，它的颈短而腿长，所以它只能吃些长草，并从灌木的顶部及树的低枝上吃些嫩叶。但在夏天，它花费大部分的时间，尤其是晚上的时光，沉在沼泽的泥水中高兴地吃那些鲜嫩的水生植物，把头伸入水中以掘取植物的根，然后从鼻管中喷出泥水及水汽，声音很大，从远处也能听到。沼泽冰冻之后，它退到高地上，只能吃些较干燥的东西过日子。据说加拿大麋会把它们所处的地方踏成

一所“麋场”，而以四周的灌木为食物，因此即便被狼攻击，它们也已经获得坚固的“基地”。

凡是食草动物多的地方，食肉动物也必然非常多，欧洲和亚洲的松林地带以及加拿大的森林中，狼是极多的。但究竟有多少，那可不容易说。因为“它们到处都有，可是又没有一定的处所，它们今日攻击某一个村的牲畜，明日又去蹂躏其他地方的羊群，它们突然地离开某些区域，却又突然地重新回到此处，它们向牧人挑衅，在他处又破坏人们对付它们的设备”。在松林地带中，狼并不经常成群地来猎食，但即使仅一头狼也已经足够在牲畜及羊群中闯下大祸了。



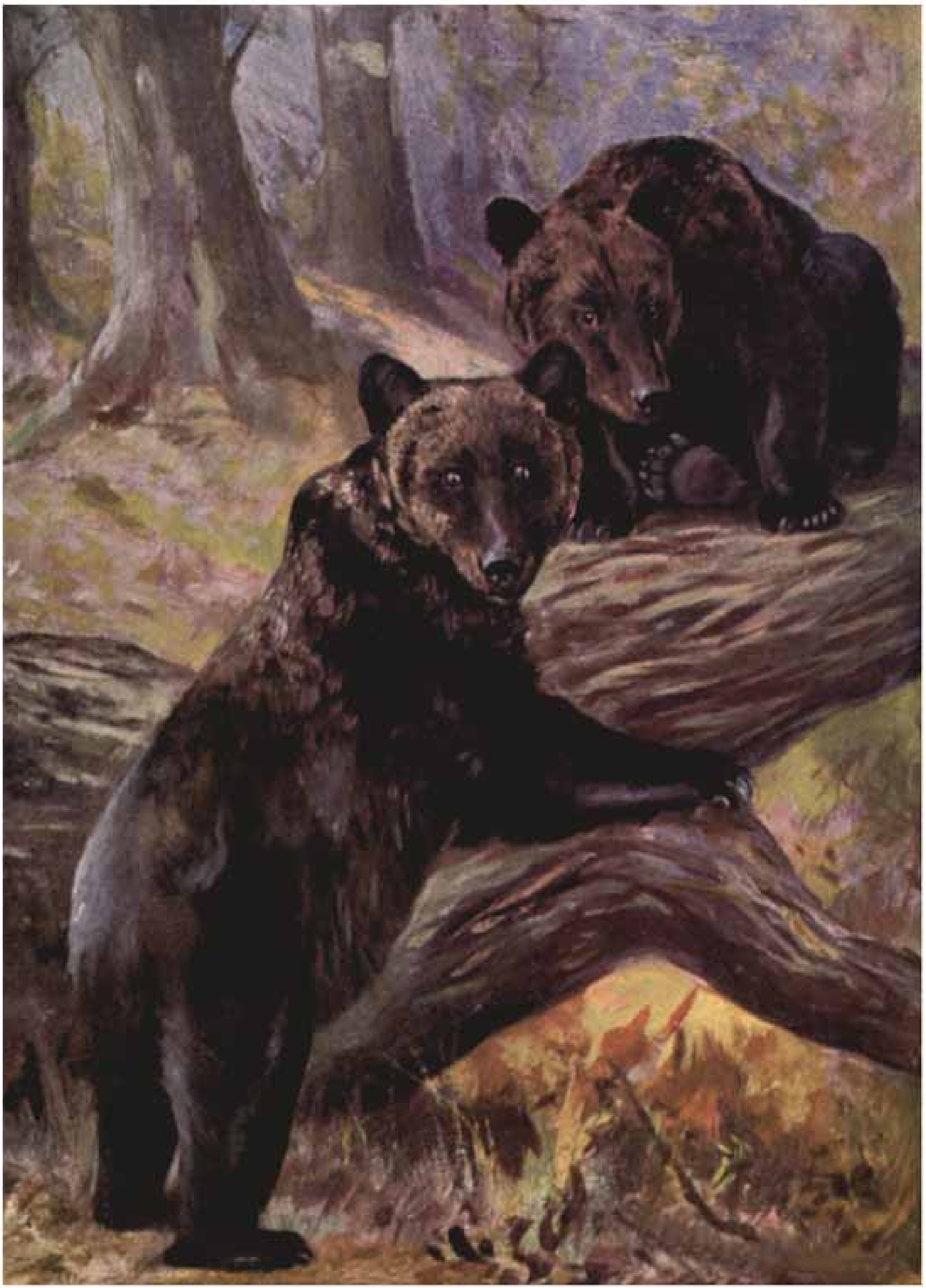
野猫虽然在欧洲有些地方很普遍，在苏格兰北部也没有灭绝，但在西伯利亚似乎是没有的，那里的猫科代表，除了偶然有从南方来的虎外，只有猞猁这种美丽的动物，它是野猫中的最大者，有长达4英尺的腿，不像猫腿。立着时，从头到地大约高3英尺，耳长而尖，耳尖上有一撮毛，颊旁也各有一撮毛，与猫科的其他动物不同。它既伶俐又谨慎，经常破坏捕兽夹而很少会被捕兽夹所捕到。它爱吃小动物——鸟类、松鼠、野兔以及鼷鼠——因为这些东西在森林的深处很丰富，它可以不必求助于外面的世界了。“鸟类是何等畏惧猞猁的呢？这可以从事实上来验证：每一只啼鸣的雷鸟及松鸡一听到猞猁的声音便马上安静下来。”

食物稀少或者它的猎物换了觅食地的时候，猞猁便会出现在森林的边缘，那时候它对于较大的动物是很有威胁的。“像猫一样，它的嗅觉不怎么出色，它的步伐也不够快，不利于追获猎物，但它有耐心，无声爬行能帮助它获取猎物。它不及狐狸狡诈，但很有耐心；它不及狼能耐苦，但善跳跃、能忍饿；它不及熊强大，但善于守望、视觉敏锐。它的力量全集中在它的齿、腭及颈上。它不是个贪食者，但爱食热血……”所以嗜杀是猞猁的天性。曾有人发现一只猞猁在数星期中杀了40只羊；也有人见过加拿大的猞猁腾跃到羊背上，一再咬羊的眼睛而使之倒地。

棕熊

棕熊是非常“孤单”的动物，它有自己的地位。它不被列为食草动物或食肉动物，因为它既吃肉也吃草。除了交配季节外，它过的是独居的生活，它常常独自在林中游荡，但也不限定在林中。如果不受攻击它也不伤人，偶尔会猎杀大动物以充饥而已。一般情况下，它是温和的野生动物，并且带一点儿滑稽。依照布雷姆的见解，它的温和是因为它的态度冷淡，它的滑稽名誉是从它旋转的、憨态可掬的行走姿态而来的。但这看似闲雅的缓步是很快的，而且它能够将其变为一种极快的疾驰。它的长后肢使其易于上山，下山时它往往非常谨慎，生怕因为失去了平衡而跌倒。它强而锐的爪对爬树有很大的帮助。它也善于泅水。它的个性是极谨慎极小心的，但又不像狐狸与狼那样的狡

猾。它乐于避免与人类或别的有力的敌人直接接触，如不可避免的话，它是坚强不屈的，会凭借其大力以决胜负。



棕熊

相比较来说，棕熊在整个夏季的日常生活是无害于人的。它在森林中游行，走它经常经过的路，且每天在同一地点及几乎同一时间出现。“它每天的行踪可以从它所留下的足迹追溯。”许多曾经追踪过它的猎人会这样说。它有时把一个蚁巢拆碎了，以同样的热诚吃肥而白的蛴螬和蚂蚁；有时有一握的毛羽散着，足见它已经很成功地毁了一巢鸟。它在河边捕鱼时，会因为食物很丰富，只吃鱼的头而把鱼身弃于岸上。若是在春季，它会连日地跟随迁徙的鱼群逆流而上。若不是在春季，它则返回到林中，推倒幼嫩的花楸树，吃些已经成熟的果子；或在已枯掉的树皮下觅取蛴螬来吃；要不，便到开拓地去，吃那里丰富的蔓越橘、越橘及覆盆子。但开拓地离人们的居住处不远，往往已经有妇女和小孩在那儿采取浆果了，棕熊并不因此而退回，只是立定着嗷嗷作声。采果者不敢继续逗留——它知道他们不会留在那儿——它也不再注意他们。他们在惊慌中把果篮倾翻了或者留在地上，它便可以毫不费力地饱吃一顿。它暂时满意了之后，便会重新回到森林中小睡一会儿，以享受那暖和的时光。傍晚醒来，它又饿了，马上爬到高树上，四面探望。眼前并不见猎人与猎犬，只有那金黄的谷粒正在引诱它。它便向已经成熟的田中跑去，跑入田中，后腿着地蹲着，拉下靠近身体的谷穗，一处拉完再向前拉，它所经之处的谷粒随之被摧折。

它因受到蜂蜜香味的诱惑而四处寻觅蜂巢，但农民们已经因为害怕它而提前避开，并且把蜂巢寄存在很高的树枝上，同时把树身剥得很光滑。棕熊非常热爱吃蜂蜜，它的爪子十分锐利，于是它爬到树上，击下蜂巢，然后把蜂巢带走。带走蜂巢并不容易，因为那恼怒的蜂聚集在它身旁，对其身上可攻击的地方使劲地螫刺。它把蜂巢放下，用掌刷去身上的蜂，但群蜂马上又重新聚集起来了。它会奔跑到池沼中，将那被螫的鼻子在冷泥上摩擦，最后又重新回来取它的蜜。

临近冬季时，它已经很肥硕了。如果它大老远地跑到南方吃槲实的话，它应该会更肥一些。下雪时，它会找到一个洞窟或一棵空心的树，把里面垫得好好的，睡在其中，至于能否酣睡，就要看它积累了多少脂肪了。但它并不是彻底的冬眠者，母棕熊在生产之前会沉默嗜睡，但哺乳幼崽不久，便觉得饿得非常厉害，不得不外出寻找食物。

冬季的时候，猎人经常在它的休憩处攻击它，但那是很危险的事情，因为被攻击的棕熊往往愤怒发狂，不顾一切。也就是在这个时期，它最为凶猛可怕。那时能吃的植物已经很少了，它便会攻击所能接近的任何动物。有时它吃肉的欲望过强，会因此嗜杀成性。它既嗜杀，遂成“十足的食肉动物”。它不但攻击麋和别的鹿，还会杀死田中的马匹，并且进到牛栏中攻击牛。曾有人见过一头棕熊把一头新杀死的牛提在前掌中，而以后足直立着走过一条小溪；更有一头棕熊把一头麋从沟中拖起来，拖过半英里长的沼泽地。

欧洲犎牛

为了宏观和怜悯起见，我们将欧洲犎牛——美洲犎牛的堂兄弟，列入我们的森林动物的例子中。宏观方面，它是生存着的哺乳动物中最引人注目的动物之一，从肩膀到地面的高度大约6英尺，是一种强有力且让人害怕的动物。怜悯方面，这一种巨大的动物已经濒临灭绝。世界大战之后，只有一小群留存在野外，而幸存下来的这一小群虽未完全消失，但大半已经死去。

欧洲犎牛学名为Bison bonasus（欧洲野牛），有不少别名，如Wisent，甚至被错误地叫作Aurochs，实际上这个名字属于原牛（学名Bos Taurus Primigenius），它已经在17世纪初期（大约在1627年）绝种。



欧洲犎牛

欧洲犎牛与美洲犎牛相似，前身极大，毛茸茸的肩部是其最高处，头短而钝，角不怎么长但极硬，角与蹄均为黑色。我们见了它会对它的毛茸茸留下印象，因为它的身上铺盖着略带红褐而暗灰颜色的长软毛，尾似黑刷，须也是黑色，垂于颊下。奇怪的是，母牛和小牛的须非常长。犎牛于初雪之后换毛，所以在冬季中，它有它最暖的皮袄；春雪初融时，它的毛又迅速地脱落。公牛的毛在夏季比在冬季红，母牛的毛色则从赤褐变为暗灰。犎牛的皮革有麝香气，肉也一样。

曾经有一个时期，犎牛广泛分布于欧洲全境，包括英国在内，延伸到小亚细亚和土耳其斯坦。按照莱德克所说，在加拿大与阿拉斯加都发现有欧洲犎牛的骨骼。自从森林被砍伐，农业发达，文明进步之后，犎牛的活动区域在数世纪中日渐缩小，直至19世纪初，只有比亚沃维耶扎原始森林中及高加索山脉的林地中还有它的踪迹。比亚沃维耶扎的犎牛在19世纪初期大约有300头，到1914年时已达600余头。拿破仑战争后，它依然存在，而在世界大战之后，则完全被消灭了。有人说尚存7头，但亦已经消失了。在高加索山脉的森林中有若干小群，现在似乎也已经完全消失了。

犎牛是第一等的森林动物，虽然它也许会为搜寻牧场而离开森林。它不喜欢炎热与阳光，在高原的森林中，它常常享受溪流以及空地上的凉气。犎牛喜欢在沙中打滚，在高加索山脉的短坡上，它经常仰卧着溜下来，大约有3码之远。它可以爬至5%000英尺的高处，但绝不跑到树林以外的地方。在雪厚霜浓的冬季，它会去海拔较低的地方。

母牛与小公牛同行，往往6～7头成一小群，偶尔有多的时候，达20头一群。老公牛独居在森林中，只有在生产期内它们才成为群体的指挥者，关于这些独居者的坏脾气，有许许多多的故事——一头公牛怎样吃掉了农人的草墩，另一头又如何吃了他的马铃薯；一头公牛怎样横在路上整天不动，森林委员们也对它无可奈何，另一头则怎样略受刺激便变成了一头疯牛。

犎牛能在300码以外的地方嗅知有人来往，它的视觉也很敏锐，但森林中细小的杂声极多，所以它的听觉似乎不怎么重要。它发出的声音很响，有人曾经比之雷声、火器的轰射声与猪的号叫声。如果这些比拟是确切的，那么犎牛须有许多不同的声音了。它似乎只发极响的Too-oo-oor声，偶然发出悲哽的声音Moo——在它的小牛被夺了的时候。犎牛有时会如野蛮的公牛一般凶暴。

它的主要食物是草，甜嫩的青草。它的肉和浓厚的乳汁中有茅香的气息。它似乎喜欢吃有香味的植物，如苦的毛茛、沼泽金盏花及草场上的天竺葵与凤仙花。冬天，犎牛须靠坚硬的植物生活，如蓟、悬钩子及菱，也经常会揭树皮吃。

交尾期常常开始于9月初，两雄间的争斗非常凶恶，年轻的公牛常被较年长的公牛所杀。有一次，两头牛斗得出了神，甚至连放数枪都不能让它们停止搏斗，第三头牛到来后，顶断了一棵直径达4英寸的幼树，把它绞绕于两角上，用它向敌人挑战。

母牛长到五六岁时才开始生产，生产的时期为5月至6月，但生产之后须隔2年才能继续生育。最有可能的解释是，它要用一年的大部分时间——如同美洲犎牛——哺乳它的孩子，直到它的孩子能暂时自保为止，在此之前，它是不与其他牛群居的。母牛的生命期有30～40年，公牛大概有50年。但是倘若不马上设立保护法，欧洲犎牛就快要成为过去的动物了。

欧洲的盗猎者早已成为北方犎牛最凶恶的敌人，虽然波兰政府是处盗猎者以死刑（形式上的处分），俄国旧法律处以流放到西伯利亚（后改罚金），但是，现在已经没有北方犎牛可供窃捕了。高加索山脉的官吏早已经没有了怜悯之情，布尔什维克党人好像是用霰弹枪把战后所遗留的小群犎牛给打死了。除了人类之外，犎牛的天敌还有狼和牛蝇。当然，犎牛偶然也会被霉菌所侵害而生病，或为肝寄生虫所传染而染病。但犎牛濒临灭亡的原因并不在此，使它灭亡的乃是人类。

问题就来了，人类应该自愧才对，能不能让犎牛重新繁殖呢？裴德福公爵在沃本修道院有一小群犎牛。蒲地伯息动物园在1922年有7头。同一年，柏林动物园有5头。斯托而门知道，在相似情形下的共有28头还存活于世。总数约有70头留存，希望能在合适的地方使这种美丽的动物重新繁殖起来。纽约动物园的霍纳迪博士曾将美洲犎牛从即将灭亡的境地中救了出来，这是他的不朽功绩。因为他对保护犎牛的努力，1889年大约有1000头的美洲犎牛，到了1923年数量已经超过8000头了。若是用同样的技术和热忱，欧洲犎牛也许可以恢复到以往的数量。它的数量减少到30～70头，已经不能再减少了，但努力重新繁殖的话，结果绝不会让人失望的。欧洲犎牛是一种古老而温和的动物，它不会危害人类，而且身上任何部分都是有用的。它必须随原牛而灭亡吗？那是文明的耻辱，我们希望这是可避免的。

猛犸

19世纪之初，猛犸的骨头被发现于西伯利亚冰融的沼地之中，博物学大家居维叶以为这骨头属于北方的大象。在此之前，大家都存在各种各样的误解，有些人以为它是一种巨人的遗骨，有些人以为它是巨大的穴居动物（一种如果偶然暴露在外面，便会立刻死去的动物）的骨头。后来不只是骨骼，连带毛的皮及冻肉都被饿犬所发现，于是谜团越来越多。1806年，勇敢的探险家亚当斯在勒拿河边发现了一具几乎完全被冰冻的猛犸遗体。这遗体虽然已经冰封了数千年，狼、北极熊都大老远地跑来吃那奇怪的盛馔。有些胆大的土著将大象牙锯去了，但大部分的骨骼还很完整。居维叶没有怎么费力，便知道他所看到的是一种大象。自猛犸的“木乃伊”被发现之后，我们便确切地知道了许多关于这种消失已久的巨型哺乳动物的舌、鼻、胃以及血液的状况。

与现代的大象相比较，猛犸的头非常巨大，身躯短而大，皮上多毛。雄猛犸有大而向上弯曲的长牙，呈3/4圆环状。最大猛犸的长牙在彼得堡的动物博物馆内，长13.65英尺。这真是一件可怕的武器，正如爱尔兰麋的庞大的角一样。奥瑞纳人在山洞的壁上所刻的猛犸中，有一只在长鼻的尖端有两枝指状的东西，我们以为这便是猛犸的长牙，但猛犸的长鼻尚不及非洲象与印度象的大而硬，至于它主要的用处，那当然是采集北极草场上的草和有汁的牧草了。

美国博物学院的郎先生在最近一项非常有趣的猛犸研究中说，从那巨大的臼齿的表面来看，猛犸是以“非常坚韧而极富营养的北方草原上的植物为食的”。他说这种食物与现代大象所吃的不同，现代大象吞食巨大而多汁的热带植物。因为猛犸的食物体积不大，所以它可以不必有巨大的消化系统，它头部后面的身躯特别短。至于猛犸的食物，我们不必凭空猜想，因为它所吃的植物一部分已从西伯利亚发掘的猛犸的牙齿与胃之间辨认出来了。这种植物与现在该处所有的植物相同——狐尾草、乌拉草、野罂粟、毛茛的子、大巢菜的豆荚、调味用的野百合等。试想一下，猛犸在开着野茴香花的河岸寻觅食物，那是何等的奇异！

郎先生在他上述的研究中，发现许多关于猛犸漫游的事实。许多的食草动物都因寻求牧场往来行动，猛犸到处游行，大概经过欧、亚、美三洲北部的大部分地区。它的骨骼遗留在英国的许多地方，南至西班牙与意大利，加利福尼亚与卡罗来纳都有它的踪迹。一头被捕

的猛犸对于旧石器时代的人而言，是冬季的天赐之物。从很早的时候起，人类已开始欣赏它，而不仅仅把它当作食物，在摩拉维亚的普勒摩斯发现的一串用猛犸的长牙制成的孩童用的项珠便是一个证据。

郎先生研究了大批的猛犸骨骼及一些与猛犸骨骼同时发现的状况。在普勒摩斯所发现的骨骼大概有800具，此外尚有许多拥挤在一处的坟场未经开掘。所发现的骨骼如此之多倒容易理解，但为什么这么多骨骼出现在同一个地方呢？我们只能猜想，那大群的猛犸因为寻找牧场而徙居时，陷入了沼泽中不能自拔，或被困于大风雪中，或为河流的洪水所包围而溺死，马有时也是这样死的。“或是狂风大雪把它们活活地冰冻了，由冰柱而联结冰块，因此被活埋在冰雪中了。”在有些案例中，如观察贝里索夫卡猛犸被压坏的部分、碎骨、体内凝结的大量血液，正如萨伦斯基所指出的那样，它们“只是因偶然的灾祸而暴死的，甚至没有时间去吐出或咽下臼齿间咀嚼着的草料”。

无论如何，猛犸已然灭亡了，虽然对其长牙的买卖依然不曾间断。它是非常特殊的繁殖缓慢的动物，适宜居住在北方的环境中。我们无须假定它是因激素的病变而灭亡，虽然事实或许如此。猛犸也如同其他的巨型动物一样，已经享受过它的全盛时代，现在它的时代已经过去了。

第三章
生活在树上的小家伙

动物中也很少有像它一样，能给我们以一种生命之乐的强烈印象。它让我们回忆起了惠特曼的诗：“它们并不为它们的境遇而做苦工或哀鸣，在全世界没有一只是庄严或不欢乐的。”

红松鼠

红松鼠在英国全境是很常见的，虽然在大约一个世纪前的苏格兰，它们已经因为森林不停地被砍伐而几乎全被逐出。但为了它们那美丽而迷人的动作，现在各个地方又已经重新繁殖红松鼠了。年复一年，它们已比以前更多了，以至在有些森林里它们已成为害兽，人们开始用种种方法来限制它们的繁殖了。但关于这一点，我们不须多谈。如果我们想了解野生动物的生活，我们必须得学会从它们的立场观察，而不能用我们自己固有的观点。

红松鼠与别的啮齿兽相同，如果有机会，它也吃动物，吃林鸽的幼雏及其卵，不幸的是，它还会毁坏鸣禽的巢。

到了秋天，红松鼠开始贮藏坚果之类的食物。它把食物藏在所栖息的树附近的穴中。天气潮湿或霜比较重时，它即以所藏的食物果腹。它并不冬眠，但常常两三天地待在穴中不出来。它们有时也入睡，但不是真正的“冬眠者”。

它把别的东西埋在平地上或堤岸上的各个不同的地方，离巢往往略微远些，这些东西盖藏得非常严密，让人们都有点怀疑红松鼠能不能找得到它们了。蕈类会被放在一起而没有被埋藏，否则它们在潮湿的泥土中便腐烂了。红松鼠把它们带到树上，塞入树孔中，或放在两枝的交叉间，直至它们干燥。所以红松鼠在自己贮藏食物的过程中是颇费脑力的。

有个美国的观察者观察那灰色松鼠——红松鼠的近亲，在英格兰某些部分有驱逐红松鼠的可能——用嘴把坚果一个一个地摘下来。它刨了个2英寸深的穴，把坚果放在穴内，用前足紧紧地压实，盖了泥土，拔些草放在上面，因此它工作的痕迹便无从被看见。这个观察者在冬天看见松鼠们在2英寸厚的雪中奔走。其中的一只突然停下脚步，开始刨土，于是“不爽地掘起了一个坚果”。所以松鼠并不常如看起来那样安乐。它知道，它可以信任自己的精细嗅觉，去引导它到许多藏物的地方。这一事使得人回忆起那北方的人民相信驯鹿能“以足嗅物”的传说，因为它往往在有食物的地方刨去盖着的雪，但它通常是用鼻来嗅的。



欧亚红松鼠

红松鼠在有些地方是非常动人的。它虽娇小，但并不过小，那像刷子一般的尾巴与它的身躯一样大，那略褐而红的颜色非常悦目，它那窥看你时的警惕神态更加可爱。它在吃食物时，那剥出坚果的动作尤为完美，正如麦吉利夫雷观察的那样，“竟然会在咀嚼之前，剥去外

层的薄衣”。它的行为足以让人惊讶，我们该赞美它的优雅还是它的勇敢呢?

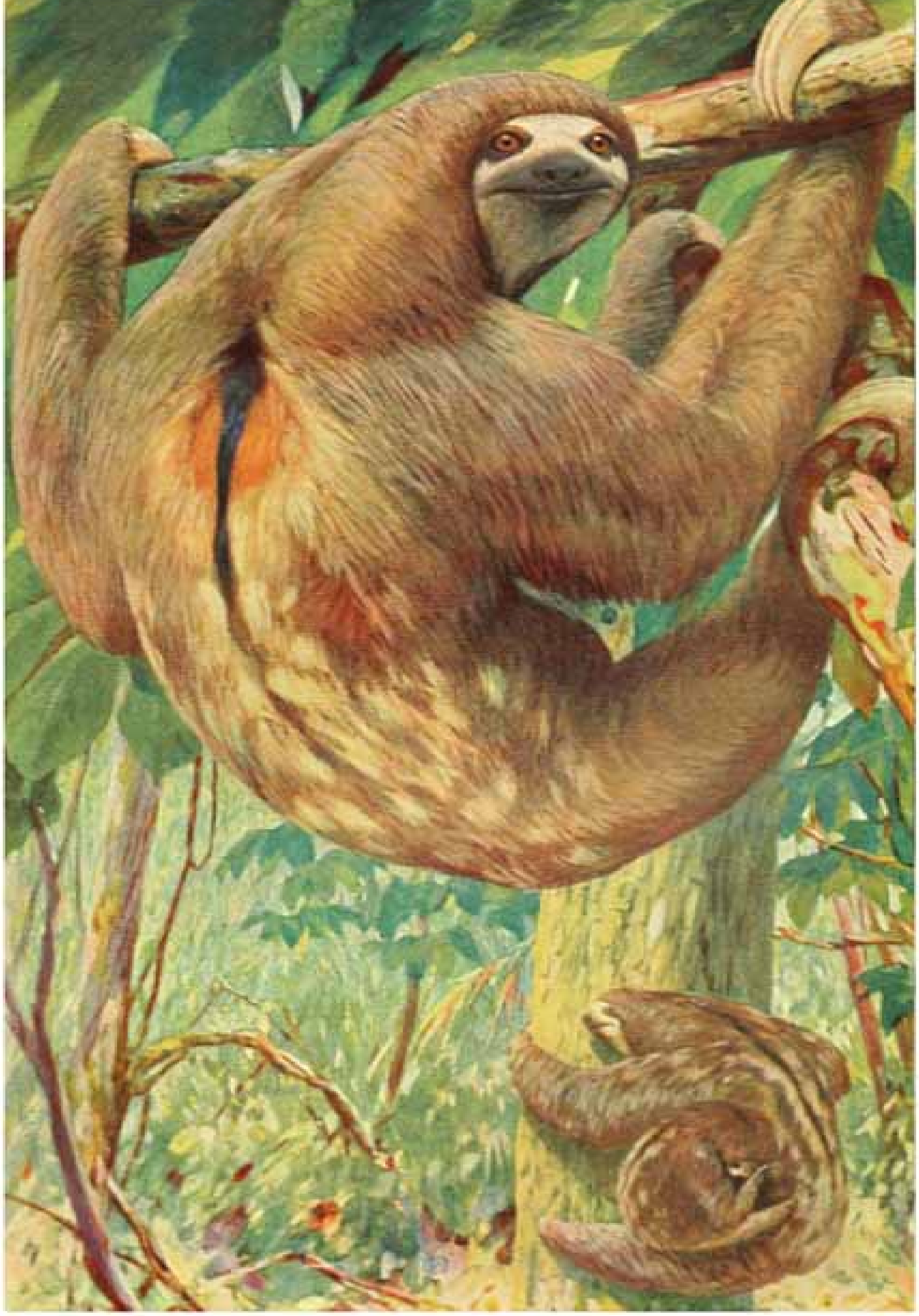
夏天，有一只红松鼠正在吃坚果或菌，被我们吓走了，它连续跳了几下，便离开很远了。我们最后发现它跳上了树，好像用不着握持一般，它躲到另一边去，看着我们。我们走近时，它跳上树枝，又从那树枝末梢上跳到另一棵树上。如果有需要的话，它可以停留着不动，把身体贴紧着树身。它睡觉时，用其尾巴当被子。

除了人们厌恨它把树皮或嫩芽的顶尖咬去外，这种动人的生物很少有天敌，因为白鼬或鹰捉住一只幼松鼠的事情是非常罕见的。这些保障大概增加了它天然的欢乐，动物中也很少有像它一样，能给我们以一种生命之乐的强烈印象。它让我们回忆起了惠特曼的诗:“它们并不为它们的境遇而做苦工或哀鸣，在全世界没有一只是庄严或不欢乐的。”

树懒

南美森林中的树懒是最古老的树居哺乳动物之一。它慢慢地走着，用那前后足上的长而有钩的爪倒悬在树枝的下面。它也采用这种姿势背向地面休息与睡觉。它在平地上则非常笨拙，如果可能的话，它是绝不下树的，它竟然比猴还要树居一些。

关于树懒，有些非常古老的故事。我们知道它是从极久远的古代遗留下来的。它行动迟缓，吃东西也比较慢，死得也很迟缓。它身上有粗而多的毛，非常像森林中的马鬃草，有一种奇怪的绿色。这是因为有一种极细的绿藻生长在树懒的粗毛上，正如生在岩石上或树干上一样。我们知道，在潮湿的天气，我们的衣服如果擦在山毛榉上，就会有绿色的尘屑落在衣服上。



三趾树懒

树懒不止一种，有两趾的及三趾的，每种都有其特别喜好的树叶。譬如墨西哥的两趾树懒几乎专门吃一种含有乳白汁液的叶子，而三趾树懒最喜欢吃一种名字叫“号角树”的桑科树叶。一个原住民责骂另一个原住民懒惰时，往往会说：“你这号角树上的畜生。”但重要的一点是，许多哺乳动物有专吃某种食物的特性，而另一些哺乳动物——譬如白鼬——则有一张极长的食单。两者都有好处：第一种可以减少与其他饥饿的动物的相互竞争；第二种则能吃各种不同的食物，当一种食物缺乏时，可以寻找另外一种来果腹。

法国大博物学家布丰于1788年去世，他对于树懒非常有兴趣，但他却误会了它，把它作为自然所造成的一个错误的例子。他说：“再加一种缺点，它便不能存在于世了。”迟钝、离奇、怪僻、笨拙，它就是这样的，但它却极度适应树上的生活。譬如它的踝关节非常完备，极适应于旋转与绞绕。一般当一只树懒背向着地沿树枝而行动时，即便将其独子带在怀中，也是再安稳不过的。

让我们把博物学旅行大家贝茨先生的《亚马孙河的博物学家》一书中关于树懒的话抄下来。他写道：“去观看那丑陋的动物，那适应沉静阴荫的物种，懒懒地从这一根树枝走到另一根树枝，真是一种奇异的景象。每一行动显示出的不是懒惰，而是极端的小心，它是决不会在没有握牢第二根树枝时松开第一根树枝的，如果找不到适当的树枝去握好时，它会抬起它的身体，用后腿支持着，再用爪四面探寻以求得新的立足点。”

眼镜猴

加里曼丹岛、爪哇岛及菲律宾群岛森林间的娇小眼镜猴是一种非常有趣的树居哺乳动物。它的构造以及行为很有趣，更有趣的是它与猴类的关系，以及它将来的希望。它是一种独特的动物，是这一属中唯一的种类、这一科中唯一活着的代表。有些人把它称作“狐猴”或“半猴”，但它与这一目中的各种动物都是绝不相同的。它似乎与猴较近，而与半猴较远。

最奇特的是它那大大的眼球，好像一个大而圆的盘子，眼睛向前，在晚上闪闪作黄色。头非常灵活，在那短而粗的颈上，好像一盏灯，可以在颈关节上朝着四个方向运动。嘴小，这在树居动物身上是再自然不过的。它先拥有了能自由活动的手，因为这样才能使两眼生长在面前。但专家告诉我们，眼镜猴虽有双目并用的视觉，但看东西尚未有立体镜的效果。史密斯教授说，它尚未能看出物体的细节部分。因为要达到此种目的的话，必须能够将两眼向任何方向运动，而能使一只眼睛与另一只眼睛间有最密切的协调。它似乎已经觉得有这种需要，但还不能如此，虽然它有将它的头在极大的范围内转动的能力。如果它的身躯抵着树枝，它可以转动它的头向后看，几乎达到180°。“这是眼镜猴觉得有运动双目彼此合作的需要，但它缺乏应有的旋动限度及准确的连合运动，它如猫一般地转动它的头，所以足以达到使两目对于所视之物在同一距离上的目的。”眼镜猴必当被称为“准确的视觉先锋”，这对于动物自身是极其紧要的，因为它是在微光及夜景中出行的动物。它在跳跃过程中将它的食物擒住，衔在嘴里，微光的环境需要它的两目所能看到的一切都是准确的。

眼镜猴白天睡在树穴内，醒来时脾气很暴戾。晚上它猎食小动物，如昆虫、蜥蜴之类，行走时是没有一点声息的。同类间也没有太多话，只是偶然发出一声尖锐的呼唤而已。它们是一夫一妻地偶居的，除了少数的例外。有时候只有一个婴孩。小猴能扶着它母亲的脚而行，但霍斯博士曾经发现一只小猴像小猫一样，被叼在母猴的口中。小猴几乎一出生就会爬树，但似乎更喜欢被母猴挟带，而母猴也乐意那样做。

史密斯所著的《人类的进化》一书中，有一张吸引人的表格，比较象鼩、树鼩鼱、眼镜猴及狨的脑——狨是活着的猴类中最原始的一种。象鼩是一种陆栖动物，脑较粗劣，生活中以嗅觉占优势，脑部结构中嗅觉的区域较大，视觉、听觉、味觉、触觉及准确的运动管理等中心均不发达。但其同祖兄弟树鼩鼱成为树居动物时即有重大的变化——我们只说“居于树上”在进化的过程中是最大的一步，其中含有渐渐地把手解放，嘴减小，眼部向前，脑壳增大，及脑顶和其视觉、听觉、触觉及技艺的运动等中心的复杂的增加。反驳此说的人说，树居有袋目并不能算是聪慧的；回答的人说，它们的大脑与有一个顺应、统一的区域的哺乳动物的大脑在构造方式上有差别。反驳的人说，有

许多智慧的哺乳动物并不是树居的；回答的人说，猴的脑中有超出狗、马及大象的成就的可能性。

关于眼镜猴的最有趣的一点是，它的脑中显示出视觉区域在扩大而前脑的嗅觉区域在减小。这在狨身上更显而易见，除了视觉、听觉、触觉及运动的管理等中心的扩大外，另有一个区域（称之为“前额部”）十分发达，这与获得用手的技术、立体的视觉、精神的及视觉的集中相关。沿着几乎同样的路线，树鼩鼱高于象鼩，眼镜猴高于树鼩鼱，狨高于眼镜猴，猴高于狨，而人类高于猴。史密斯教授的结论是，视觉的发育在人类的智力进化中是很重要的部分。这岂不是等于说视觉发达者得成功，而明晰的视觉会启发明晰的思想吗？无论如何，在那娇小的似松鼠、似鼩鼱、似猴的眼镜猴——视物清晰的先锋的身上，我们发现了思想的资料。

负鼠

负鼠是美洲森林中一种有趣的树居动物。它与娇小的树袋鼠是远亲。树袋鼠与地上的大袋鼠相同，有一育儿袋用以装幼崽。负鼠与圆颅而短尾的树懒大异，它是一种活动如鼠的小动物，尾甚长，可以绕在树枝上。它的脚也极适于握物，因大趾与其余趾对向，所以能把树枝紧紧地握在大趾与其他趾之间。负鼠在树上爬着搜寻其主要的食物（昆虫）时，将其子女背负在背上。小负鼠很安稳，因为母鼠将其长尾弯向背上，而它们则将小尾的末端缠绕在母鼠的尾上，像皮带一般系在一起。博物学家哈得孙记录了一种大的负鼠：“我看见一只老的母负鼠负着大如老鼠的11只幼儿，母负鼠的大小比不上猫，11只小负鼠紧贴在它的背上，它尚能很迅速很灵便地爬上树的高枝……负鼠总是栖息在树上的，除了似手的足外，它尚有弯曲的爪、齿及长长的卷尾。”负鼠经常从树上走下来，它在地上时，知道利用一队队的蚂蚁踏过的“路”从森林里走出来。



北美负鼠

我们经常见到飞鸟从高处像飞机一样降落下来，即使经过好久也见不到其两翼鼓动。这种动作和树上具有“降落伞”的动物降下来是相同的，是真正飞翔的开端。譬如飞松鼠前后肢间有毛覆盖着的薄膜，这是一种有效的飞行器具。会飞的松鼠有多种，最小的只有3英寸长，但有一种褐色的飞松鼠乃是其中的模范，除了那多出来的“降落伞”外，与普通的松鼠是相似的。它有一条长而蓬松的尾巴，帮助它维持身体的平衡。那翼膜沿身体的两旁从腕部直连至足上，前肢与后肢伸展时，此层薄膜便成为一翼。飞松鼠不能鼓动它的翼，但可以扭动其身躯与

尾巴，如此它便略微飞行一下。但飞松鼠有的仅是一“降落伞”而非真的翼，所以它不能向上飞。不过，它能勇敢地从高树上落下来，并能飞越树隙而至另一树上，只是停落的地方比出发点低。

北美飞鼠的动作详述如下：“有时候会看到一只飞松鼠从一棵树的最高枝上飞下来，翼膜全张着，尾巴伸展着从空中斜下，达到50码远的树足边。那时候我们以为它要落地了，但它却突然向上奔驰，栖在树身上；然后更向上升，而至树顶，重新又从高枝落下来，再回到它刚才离开的那树的上面，许多群的这种小动物联合着做这种嬉戏的跳跃，其数目不下200只。”

别的观察中所见到的，例如飞狐猴，它的翼膜一直达到尾巴的尖端，能飞越宽达数码的间隙。它虽不能飞到比出发点更高一些的平面上，但却能够在空中平飞或进行略略向上的飞动。

第四章
黑暗中的鬼魅

> 在空旷处，它可与飞鸟竞胜——回旋得如此快速，消逝得如此迅疾，筋斗翻得如此敏捷，捕获飞蛾、蚊蚋及会飞的甲虫又是如此敏捷无误，而且一切动作都是悄无声息的。

爬高后从高处飞下攫食的食虫动物进化成为蝙蝠时，自然之神一定是含笑的，因为它的确是这样起源的。它将自身悬挂在趾上，包裹在翼间，难道不是很奇怪的动物吗？它已解决了飞的问题，但是它的解决方法和鸟纲的动物极不相同，反而近于已绝迹的翼龙。它是十足的哺乳动物，披着毛且哺乳幼子，可是它又与多数鸟类一样，成为空中的动物了。正如鲸呼吸干的空气，虽然它有栖于海洋的习性，且长时间地浸在水中；正如鸭嘴兽产卵，虽然它是哺乳动物，本应不会产卵的——蝙蝠的会飞同样显示出“自然”能造出一种矛盾体，并且是非常成功的。

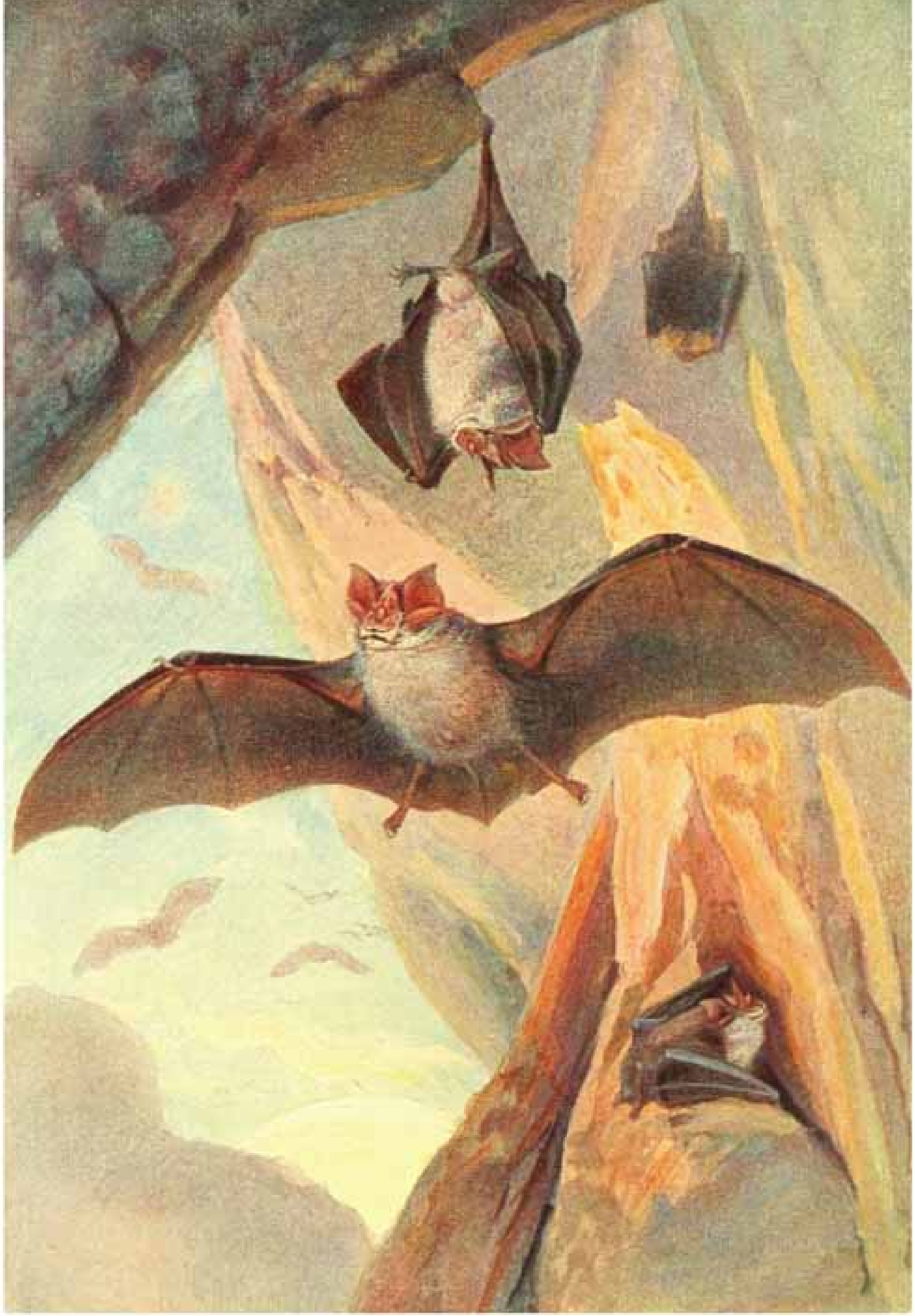
蝙蝠用旧有的身体组织来顺应空中的行动（其反应的方法不易解释），是一种成功的冒险。细细想来，便觉得非常有趣味，其间有一种奇异的相连的变异。丝样的皮膜扩张而成为柔软而有弹性的翼膜，从它的颈旁开始，沿上肢的前面，越过大指，而张布于极长的四指上，这四指中只有第一指有爪。从上肢的下面，皮膜沿身躯的两旁与后肢相连而达到足踝。还有一种附带的膜，一半由软骨的或骨的帆桁骨所支撑，起于足踝而张布于两后肢之间，若是有尾巴则连尾巴也包裹在内。翼膜把后肢出奇地引张向外，膝关节不像一般的哺乳动物那样向前，而是向后的。这是蝙蝠解剖上的另一个异点。长骨生得很轻巧，有大的骨髓孔，肩带发展得很强壮，胸骨隆起，故便于安置飞行用到的强有力的肌肉。背上的椎骨能微微地交互推动，而且随年龄的增加而紧接——此种特征也见于飞鸟，其显然的作用是在给翼以一种坚固的支柱，帮助其鼓动翼膀。

与前肢比较起来，后肢是异常柔弱的，不用说，蝙蝠是不能站立起来的了。它虽然常常昂着头飞降于栖息之所，且能用大指做支撑而

站定，但休息时的较普遍的姿势是头向下，借助两足或一足上的钩爪而倒悬。在树枝上走动时，它用其向前与向内转动的后肢推动着前进，且用它的足上有钩爪的大指帮助，支撑它向前移动。它先动一足，再动同侧的大指，然后再动另一侧的足与大指。我们记得《摩西五经》中讲到“爬行的禽，借四肢而前进”，可算是蝙蝠的写照。当我们观察一只蝙蝠静静地伏在四肢上时，我们看见它膝关节向上曲折，两肘与之相触——一种奇异姿势。但可注意的是，有时蝙蝠并不倒悬而睡，而是直躺着的。

蝙蝠可以从平地飞起直向空中，它的飞翔是巧妙的。在房屋中飞时，它能出奇灵敏地避开易于撞碰的装饰品，穿过沙发、绕过种种障碍物而飞翔在空中。在空旷处，它可与飞鸟竞胜——回旋得如此快速，消逝得如此迅疾，筋斗翻得如此敏捷，捕获飞蛾、蚊蚋及会飞的甲虫又是如此敏捷无误，而且一切动作都是悄无声息的。虽然诗人们讲过什么“莹莹之翼”，有些蝙蝠在飞行时可以从河上取饮，但个体间亦有重大的差异——譬如一只大棕蝠就比欧洲的褐色大蝙蝠更为闲暇；一只油蝙蝠要比菊头蝠更为飘忽。当巡哨的蝙蝠初次绕它们回旋的圈子时，会发出微弱而尖锐的叫声，这种叫声若为长耳蝠所发，有时非常地轻，许多听觉正常的观察者都不能察觉到。但在别的案例中，如欧洲的褐色大蝙蝠愤怒的尖叫声是很容易听到的，东方狐蝠的叫声更响，喋喋如同猴叫一般。

两股间附带的膜（股间膜）在长尾的食虫蝠身上最为发达，可以帮助它们在空中猎取飞蛾时做迅速的回旋，并且可用作一种袋，以盛放其猎物。膜上的真正的袋是很少的，有的蝙蝠在空中捉到虫子时会将头弯向后下方，把它的猎物抵在股间膜之间，使得咬食一两口或全吞食时不致失落。这样做时，它飞得会较低一些。食果蝠尾巴很小，几乎看不到。大多数的蝙蝠都是娇小玲珑的生物，但它们的胸部较大，心脏很发达，肺脏很大——这三者都是利于飞行的。它们在进化的方向上与飞鸟大异其趣，自不待言。但注意到许多“异曲同工的点”，即对于同样的问题用同样的顺应——如中空的横梁式的长骨，并合的背椎骨及胸骨上的隆起部——那是很有趣的。



菊头蝠的一种

按照以往的试验，蝙蝠没了眼睛也能在屋中飞行，而且不会触碰横在屋中的绳索，能穿过一条狭窄曲折的小街，而不致触碰两壁，且能于某距离内察觉人手的靠近。这种异常灵敏的触觉是存在各要处的许多触点中的，并在许多感觉敏锐的毛上。这种毛，每根中都有神经纤维，且广布在看似光滑的翼、嘴的两旁和附有耳屏的小型耳朵上。如果我们在被捉到的蝙蝠旁边作声，我们会见它的耳翼上有震动的动作——这与我们人类的相反——而其两耳翼的朝向却是不一致的。除了蝙蝠以外，我们没有见过像普通长耳蝠一般的大耳，它的耳朵之大几乎与身躯相等，正如贝尔所说，如果蝙蝠如驴一般大，那么它的大耳不是要成为奇观吗？还有那鼻叶，那是鼻孔的饰品，或至少是表示鼻孔的区域的，除了知道它的确是天生的之外，真不知道应说些什么才好。这是过度发育的一个例子，但鼻叶的意义似乎还不能确定。它也许和敏锐的触觉有关，但以我们目前所了解到的，详细的研究后并没有发现它会特别刺激神经。

大的食果蝠有发育不全的尾，有齿冠平滑或有纵槽的臼齿，这只限于东半球温暖的地方有。爪哇岛的狐蝠是最大的蝙蝠，翼长达5英尺，差不多有信天翁的翼的一半大小。大多数较小的蝙蝠是严格的食虫动物，但吸血蝠却吃显然不同的食品——有的混食果类与虫类；有的吸食蛙与哺乳动物的血液；有的栖息于海滨的竟食蟹与鱼类。一切食虫的蝙蝠，其臼齿的齿冠上都有尖锐的齿尖，像山峰一般，与鼩鼱及别的食虫动物的齿相似，显然是利于咬嚼猎物的。大多蝙蝠是在空中猎食的，但也常常在树枝间飞动，以捕捉枝上的飞蛾或别的虫类。有时蝙蝠沿着树枝徒步猎食，这时该注意的是那股间膜，尾居其中间，向下向前而成为一袋，用口捉得猎物便塞在袋内，以便随后处置。这种由尾巴形成的袋，是蝙蝠的另一奇异之处。



狐蝠的一种

北方各地的小蝙蝠，当虫类显然绝迹时，就进入真正的冬眠状态，以解决过冬的问题——冬眠只限于少数哺乳动物。它的“血温”下降，在进入昏睡的状态之后，呼吸很少被察觉，每分钟心脏搏动大约为28次。即使在夏季，它的体温即所谓血温虽然不变动，也比标准的鸟的血温还要低。在冬季，百余只蝙蝠成群地悬挂着，血温降低到与周围环境的气候相当。看着这些不动的冬眠者真不免有些惊讶，它们数月前在夏天的微光中，还在与褐雨燕等争斗。北方的蝙蝠解决过冬问题的办法就是睡在空树中、教堂钟塔的角隅、仓库的茅草下或山洞的裂缝中。褐雨燕及多数英国鸟的过冬方法与蝙蝠大不相同，但却都一样地有效，那就是迁徙到阳光温暖的海边去。鸟是不冬眠的，但蝙蝠却有迁徙者。如纽芬兰的灰蝙蝠有越过至少600英里的海面，而迁徙至百慕大的，有一只曾在苏格兰被捕获。按照英国的蝙蝠而论，冬眠之深浅是因为种类及地点的不同而异，在有些气候很温暖的地方，一年中据说月月可以看见蝙蝠。

除了少数的北美种每次可生三四子外，普通的蝙蝠每次只产一子，最多不过两子。这正是我们所希望的，因为一种空中的哺乳动物，如果母亲的事务太重了，对它的飞翔生活是大有妨碍的。我们不但指胎前期（在北欧从3月底或4月初至6月），乃至哺乳期（从6月起至8月止）而言，其时幼小的蝙蝠以足趾及大指紧持它母亲的毛，且吮吸母乳，而空中的飞扬、绕圈子、斜飞及回旋等均照常进行。当母亲休息的时候，它用翼覆庇它的孩子。母蝙蝠群居在一处，到秋季才分居。到了秋天，母蝙蝠的群体暂时解散，因为这是交媾的时期。但奇怪的事是，交媾虽在活力旺盛的秋天进行，那内部的卵细胞的受精却延至来年春天才开始。这样在饥饿期中发育其幼子的害处便可避免，而怀孕之期可以缩至极短。自然的方法真是聪明得不可思议。

怀特有一只驯养的蝙蝠，能从手上飞去。“它的鼓翼——翼常因不用而不易张开——的技巧是值得注意而使我大为欣快的。”贝尔描写过一只长耳蝠的嬉戏法，它会飞起来，轻轻地把一片生肉从它主人的唇边衔去。但博物学家和蝙蝠有亲密的接触的大概只占少数。事实上是，大多数的蝙蝠都是胆怯而易受刺激的动物，它的脑是属于低等阶级的，不能接受训练。大多数蝙蝠都有极难闻的臭味，而且它的毛像鳞片一般粗糙，环旋形的一片片极容易藏纳大量的小虫。长耳蝠如果

没有这两种缺点，还可以相处，但就大概而论，蝙蝠是极不容易接近的。但或者对于这“我们英吉利微光中的忙碌而快乐的小丑”——鲁滨孙在他的《诗人之兽》中如是称呼它——应附加下列的几句话：它是一首奇诗，在自己的生存法中，自我达到一种巧妙的成功。它被一般偏见者及持一己之见者所误谤。大多数蝙蝠具有锐利而准确的小眼睛，为什么我们经常反说“如蝙蝠一般盲目”呢？为什么一种敏捷而忙碌的生物，努力为它的美食而工作的生物，反受“懒惰者”及“迟钝”的恶骂呢？为什么一只哺乳动物用它独有的方法解决飞行的问题，且有极端敏锐的触觉，还被称为“不祥之鸟”或“黑暗中可怕的鬼魅”呢？有许多的问题等着诗人们去答复。

蝙蝠在地上是行动笨拙的，但其中大多数，譬如食果蝠，能够很迅速地爬行上树。食果蝠的趾有极利的爪，攀登时，它用大拇指上的利爪来抓住树上的树皮，也常用来刺它所吃的果子。这个有爪的大拇指是它的手的唯一留存物，因为其余的四指都变成了翼。具有“降落伞”的动物，它的所谓翼不过是身体两旁的皮的扩张而已，但蝙蝠的翼有骨支撑，能自由地张合折叠。它的指特别长，臂部的各骨也特别长，它的膜翼便是从它们上面张开来的。

第五章
生活在“侵蚀的纪念碑”上的动物

> 坚毅的动物常常在不停地探索新的机会……饥饿虽是一条锐利的鞭子，但许多较高等的动物是有好奇心与冒险精神的。

山有两大类——原始的与蚀成的。原始的山是由地面上的火山及别的物质堆积而成的，或者由于地壳皱缩而成的。日本的富士山、厄瓜多尔的科多帕希火山、墨西哥的波波卡特佩特火山以及特内里费岛的泰德峰都是火山类的著名代表。蚀成或遗存的山是较高的地域经过风雨冰霜侵蚀而剩余的部分，所以遗存的山是“侵蚀的纪念碑”，它们是高原或者大岩石堆被侵蚀而成的。英格兰的湖区及苏格兰的高原等处的许多山都是侵蚀而成的。但不论山是怎样形成的，那里总是动物们的寄居所。同时，应该注意的是，不同类型的岩石会产生不同类型的植物，这和动物的繁盛与否关系十分密切。

每一座真正的山都有如下几个区域。最低的地方为树林带，渐渐改变而成为低原的森林与针叶林。其次为没有树木的草原带，有各种牧草，而山坡上常常有很好的畜牧地。我们在瑞士，夏天看到勤苦的农夫将他们的牛羊驱赶到山中的狭岗上，那里的牧草好到出乎人们的意料。最高处是比较荒瘠的高区，只生长坚硬的高山植物；最后赤裸的岩石上，除了些地衣之外，什么也没有了；再高之处也许是积雪。我们观察山上的动物时，可以把它们按照这三带来区分，因此树林带有熊，草原带有山羊，山巅草类特别少的地方有土拨鼠。但我们愿意另议一种山中动物的区分法，尤其是与哺乳纲及鸟纲有特别的关系。我们所分的三种如下：遗存者、冒险的迁移者、避难者。

冰河时期，北方及北极地区的动物会远迁到南方而至欧洲的中部。我们知道此事，是因为它们的骨骼保存于山谷底下。气候变暖之后，冰山消退了，有些北方的动物已死去，其他的如驯鹿可以北迁，还有别的迁到山上去了。后者以娇小的雪鼯为代表，它很少有降到4000英尺以下的；还有阿尔卑斯山上嘶啸的土拨鼠，它通常是较低的草原带上的寄居者；更有山中会变色的野兔，它在冬天白得像雪一

般；还有雷鸟，按季变色，在冬天变成白色。诸如此类的动物，发现了高山上和其祖先所居的遥远北方或冰山脚下的低处有着同样的环境，因此就乐居在山中了。

第二种居于山中的动物包含那些冒险的迁移者，它们发现了高处可以谋生。坚毅的动物常常在不停地探索新的机会，一部分原因大概是它们生殖过繁，在平地较难谋生，但有许多的例子证实，也可能是为了冒险的精神。饥饿虽是一条锐利的鞭子，但许多较高等的动物是有好奇心与冒险精神的。

第三种的山中动物包括被压迫的动物，因为在低地上生存动物拥挤而竞争过烈，它们搜寻一条避难的出路。我们原不能割开一条清楚的界限，但它们之异于别的迁移者，很大方面在求避居之所，而不在于出奇制胜。它们是劣败者，可用非洲的、巴勒斯坦的及叙利亚的兔子即蹄兔为例。它们都是小型的哺乳动物，算是属于“弱者”，既不甚敏捷又不甚聪慧——只是谨慎，而不是聪明——既无武器与甲胄，又不会掘地而居。有些为了救护自身起见，成为树居者，有些则升至山中，甚至高达10000英尺之处。它们有厚的“外套”可以御寒，它们的脚也适合在岩石中奔走。同样，比利牛斯山的麝香鼠也是一种小型的食虫动物，在英国常常可以见到，也是高山上的避难者。为增加安稳的因素起见，它又变为水居者，并且也是穴居者。它是一种小动物，身长大约5英寸，尾也是如此——真是一种奇异的动物。它有活动的长鼻，仿佛是大象鼻子的雏形。现在我们如果懂得了蹄兔与麝香鼠，我们也就懂得了阿尔卑斯山鼩鼱、西藏的鼩鼱、喜马拉雅山泅泳的鼩鼱以及别的此类动物了，因为它们都是避难者。此处我们也应当将鸟类包括在内，如河鸟等，它们是特爱峡谷的。

现在让我们来简短地说明动物们是怎样适应山中易暴露、寒冷、荒瘠、险峭的困苦环境的。它们有着最厚的外衣可以御寒，如岩羚羊；或有浓密的羽毛，如雷鸟。山兔与雷鸟等的毛羽在冬天会变为白色，这样可以减少动物宝贵的体温的流失，也难以被捕食者发现。

雷鸟较它的不善攀高的表姊妹血雉而言，有一个更强健的心脏，这于跋涉山峰者大有用处。在容易暴露的地方，警号是非常重要的，这个我们从土拨鼠的嘶啸中可以听到。在岩石中若有特别坚定的立足处，那是很可贵的，这个我们可以用岩羚羊及蹄兔来说明。另一种重

要的特征是，它们能吃各种不同的食物，能吃杂食的熊与吃石上地衣的山兔便是最好的例子。

山河狸

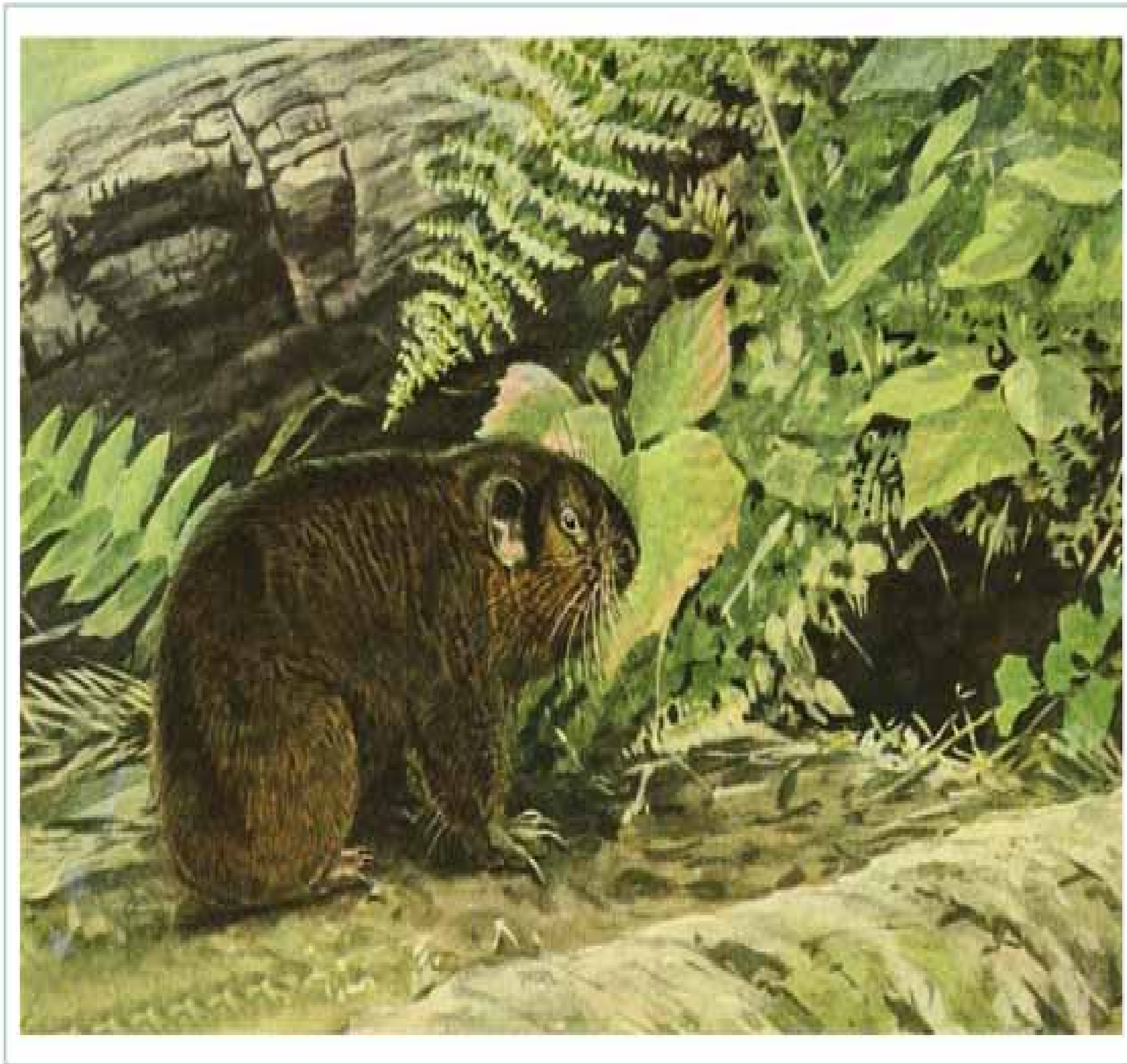
大约在19世纪，在美洲西部人们发现了一种真正的活化石，那就是山河狸。有些动物学专家认为，它是一切生存的啮齿兽（啮齿的哺乳动物，如海狸、松鼠、豪猪、鼯鼠、兔及野兔）祖先的那类动物中的唯一代表。从各方面看来，山河狸无疑是古代的生物——远古时期的遗存者。它只生活于北到英属哥伦比亚、南到加利福尼亚之间的北美太平洋的边岸——是一种短尾巴、钝鼻而矮胖的动物，长1英尺多，毛色灰黑，耳朵小，眼睛也很小，耳朵的基部有一个白点。

山河狸善于逃脱，又是昼伏夜出的穴居者，所以不太为人们所知。它需要植物丰茂而坚硬的土壤，更喜欢涧岸或低湿斜坡。在加利福尼亚，它通常选择一种覆着凤尾草、覆盆子以及别的低生植物的所在地，以掩蔽它的那种长而浅的地道的入口。地道与地道之间有横路相衔接，形如蛛网，且到处有球形的巢，巢内带着凤尾草和土当归花的叶。巢的旁边有时有低而方的小室，地上及四壁显出常用的光景。此外，更有许多盛放根、干及叶的袋，这些储物袋是用泥丸封着的。

加利福尼亚大学的坎普先生曾经仔细研究过美洲山河狸的习惯，对于这种隐匿动物的知识，幸好有他的记录我们才知道了许多。这是一种食草动物，喜欢吃凤尾草的根茎、其他植物的肥大而多汁的根和芽、有汁的茎以及许多的草类。它夜间出外觅食，白昼则休息。它的动作迟钝，姿态呆笨，气质怯弱，所以我们知道它夜间收集食物、到白天在安稳的穴内享用不是没有原因的。观察者常会看到一种饶有趣味的“割草的工作”，植物的各部分通常被切成段，而放在那里干着。但这种干料似乎用以铺巢，而不是当食品的。虽然如此，有些多汁的茎无疑可备不时之需。

山河狸有时候可以爬至6000～8000英尺的高处，但它看来并不像它的远族兄弟阿尔卑斯山土拨鼠那样需要冬眠。我们常见它在雪上蹒跚地奔着——确实奔得不快，它也经常爬到低木上，采取多汁的幼枝。凡一种哺乳动物能终年寻得食物，又能在没有食物的时候吃其储

藏的食品的，大概都不是冬眠者。山河狸是一种极好清洁的动物，穴中往往有很好的沟道。它们的粪大概是埋了的。



山河狸

这些古老的动物是如何生存的呢？它的视觉与听觉似乎是很迟钝，但触觉十分敏锐，这对于一个穴居者是很有利的。“在一根毛上轻微地触一下，便立刻会有急跳的动作反应。”嗅觉似乎也很敏锐，这些畏怯而好群居的动物大概是依靠气味来互相识别，因为它们制造气味的腺是极端发达的。有一种奇异的现象——于群居的哺乳动物而言更

加明显——那就是它是显然不作声的，但却可借着上面的门齿磨锉下面的门齿而发出一种警号。这种齿声在其他几种啮齿兽中也是有的，例如北美的有外颊袋的衣囊鼠及土拨鼠都是如此，这种齿声我们也可以从山兔那里听到。

懂得这种奇异生活的意义是很重要的。这里我们所讲的是一种即使是小孩子都可以捕捉的哺乳动物，它很笨蠢，行动迟缓，被攻击时不足以御敌，是一种胆怯的动物，而且组织又不坚强。这样的一种动物，除了避居到山上及地道里之外，还有什么更好的方法呢？既为一个穴居者，它安然居家，无论向前走或向后退行，它的小耳、小目以及它的短尾都不能阻碍它的行动。它的触觉帮助它夜间出外觅食，它的白而黏的眼泪能保护它的眼睛，减少了被擦伤的危险。所以山河狸虽有臭鼬、野猫、鹰及角鸮等天敌，仍能保全自己的生命。

苏格兰荒瘠的高原上大半覆盖着积雪，有时我们会同时看见两种白色动物——山兔及白鼬。前者是雪白的，唯有耳尖是黑的；后者也是雪白的，唯有尾尖是黑的，这两种白的哺乳动物同时被发现也并非是偶然的，因为白鼬常想袭击山兔。讲到这点，我们又必须提到前面提过的问题了，山兔在冬季是白色的，自然能使其在雪中不显露，因而能避过敌人饥饿的眼光。但白鼬在夏天来是栗色的，它的变白也是同样的隐藏法，使它更容易接近山兔。

山兔

1769年秋季，彭南特游历苏格兰高地时，在山上瞧见他称之为“白野兔”的那种动物，将它写在信中报告给怀特。从塞尔伯恩地方来的回信中，有下列有趣的句子：“知道白野兔在苏格兰山上这样多，确实令我很是欣喜，尤其你说这是一种与通常不一样的新种；因为英国的四足动物如此之少，每一新种的发现都是一种巨大的收获。”这些白野兔仍然继续生存着，在苏格兰高原的一些地方的确非常多，我们只要看看野味铺的橱窗便知道了。它们已被引入英格兰与威尼斯的各处了。

在9月份山兔开始变换它身上暗褐的毛色，到了冬季，除了黑的耳尖外，它已然很白了。和别的许多啮齿兽相同，它常常是在秋季脱毛，脱毛后所生的新毛，往往不含色素。它是白的，换言之，它是能反射各种光线的。不过，这还不是全部的故事，因为土棕色的毛，按

照阿伯丁的麦吉利夫雷教授很久以前所说，也可以变成白色的。这变换是怎样成功的呢？答案大部分得自那位著名的动物学家兼生理学家梅契尼柯夫，他说游行的变形虫状的细胞从毛的中心经过外层时，吸食了棕色色素的微粒。它们把微粒带了下去，经过毛的底部而入于皮中。不久，那根毛便成为死了的构造，至少显露的部分是如此。按照梅契尼柯夫所说，雷鸟的羽毛变白，与人类的毛发之变为灰白，其原理是与此相同的。他称这种游离的细胞为“食色素”，即食色者的意思。

我们曾经观察过一只山兔，它跛行在雪盖着的旷野上，停止了脚步，好奇地瞅着我们。当我们追逐它的时候，它忽如精灵般地不见了。若是不假思索，必定以为这动物在雪的背景下是易于隐藏的，好像它得了裘格斯之戒（裘格斯是小亚细亚古国吕底亚的国王，刚开始是一个牧羊者，得到魔戒能够隐身，用来弑杀他的国王，并夺去了国王的妻子），有了隐身法。但我们却有几种理由，不能肯定地做这样的解释。山兔常常不在覆盖白雪的环境中，那时候它的白色反而更加醒目。再者，我们须记得山中及高地有雪时，山兔往往寻觅较低的地方和更适于隐蔽之处，在那些地方，它的白色几乎让它暴露无遗。

在冬天雌兔与雄兔是分居的，但在早春时候，雄兔即嗅出雌兔的踪迹。山兔是自由恋爱者，两雄常常争斗，用后足站立起来，互相拳击或以锐利的门齿互相咬啮。

第六章
沙漠与草原上的居住者

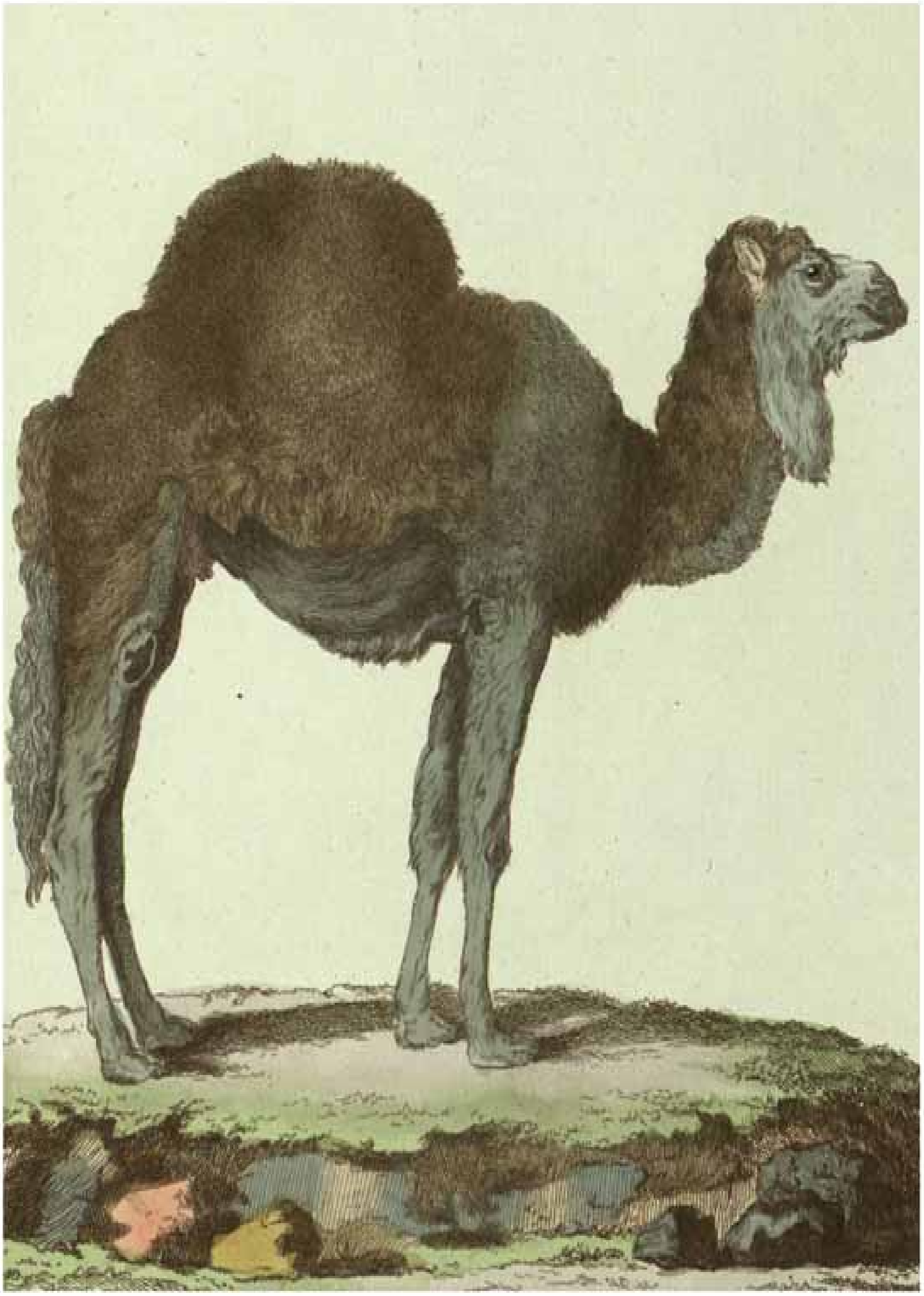
头举得很高，因此眼睛不会被地上的反射物所熏灼；睫毛很长，足以遮蔽飞尘；耳中生满了毛，能紧闭以避开飞沙；视力很好，并能从远处嗅知水的所在之地。

我们想起沙漠，便不能不想起骆驼来，它的确是沙漠中最具特性的居住者。我们可以说它是沙漠中的胜利者，因为骆驼在许多方面都是适宜于沙漠的生活的。它那长长的足与运动灵活的大腿，走得很快，每日走150英里的连续4日中，每小时走10英里，它仍能非常轻松。蹄已退化为指甲似的构造，那踏在地面上十分平定的两趾（第二与第四趾），生有弹簧褥般的肉垫，适于行走沙漠之用。胫骨的下端（即前肢的两掌骨与后肢的两跗骨的连合处），分开而成为两个圆球，没有寻常限制足趾向旁运动的隆起部。因此，那两趾可以向旁边展开而成为一扁阔的足，使这荷重的动物不至于深陷在沙内。

骆驼背上有两个肉峰，单峰驼只有一峰，中间储存胶质的脂肪是沙漠行程中预贮的食物。在饥渴交迫的时候，这奇异的驼峰便软软地垂在一边，驼峰显得最低的时候，就是骆驼最窘迫的时候。尤其值得注意的是，胃壁中的储水袋，大约有800个小囊的水，每个小囊的口子都有收缩的肌肉。当骆驼在饮水解渴或胃中有水汁时，那小囊中都会自己充满了水。勒尔教授写道：“在缺乏水的时候，那预贮的液汁得以输入胃中，因此有利于那贫困的血液。”这里应该提及那骆驼们反刍食物时的情景，它们像麋鹿一样，胃中仅有三宝，而无寻常的四宝。那寻常的第三宝即牛羊的重瓣胃，不过骆驼只是略具这一特征。不知是初生呢，还是正在消亡？臼齿适于磨嚼粗硬的草料，这些草就是骆驼大部分的食料。

它的头举得很高，因此眼睛不会被地上的反射物所熏灼；睫毛很长，足以遮蔽飞尘；耳中生满了毛，能紧闭以避开飞沙；视力很好，并能从远处嗅知水的所在之地。简言之，骆驼有许多方法以顺应沙漠中的境况，除了有膝部与胸部的厚皮和胼胝外，它还有耐苦的德性。

因此，我们会读到100头荷重的骆驼整整地旅行了13天，而完全没有饮水的故事。格里高莱教授举出澳大利亚一个地方的例子，那里有几只驯养的骆驼，不到34天走了537英里，而不曾饮过水。当然，我们不能把它视为奇迹，因为虽然骆驼在路上不饮水，但是却能从采食的植物中得到液汁。

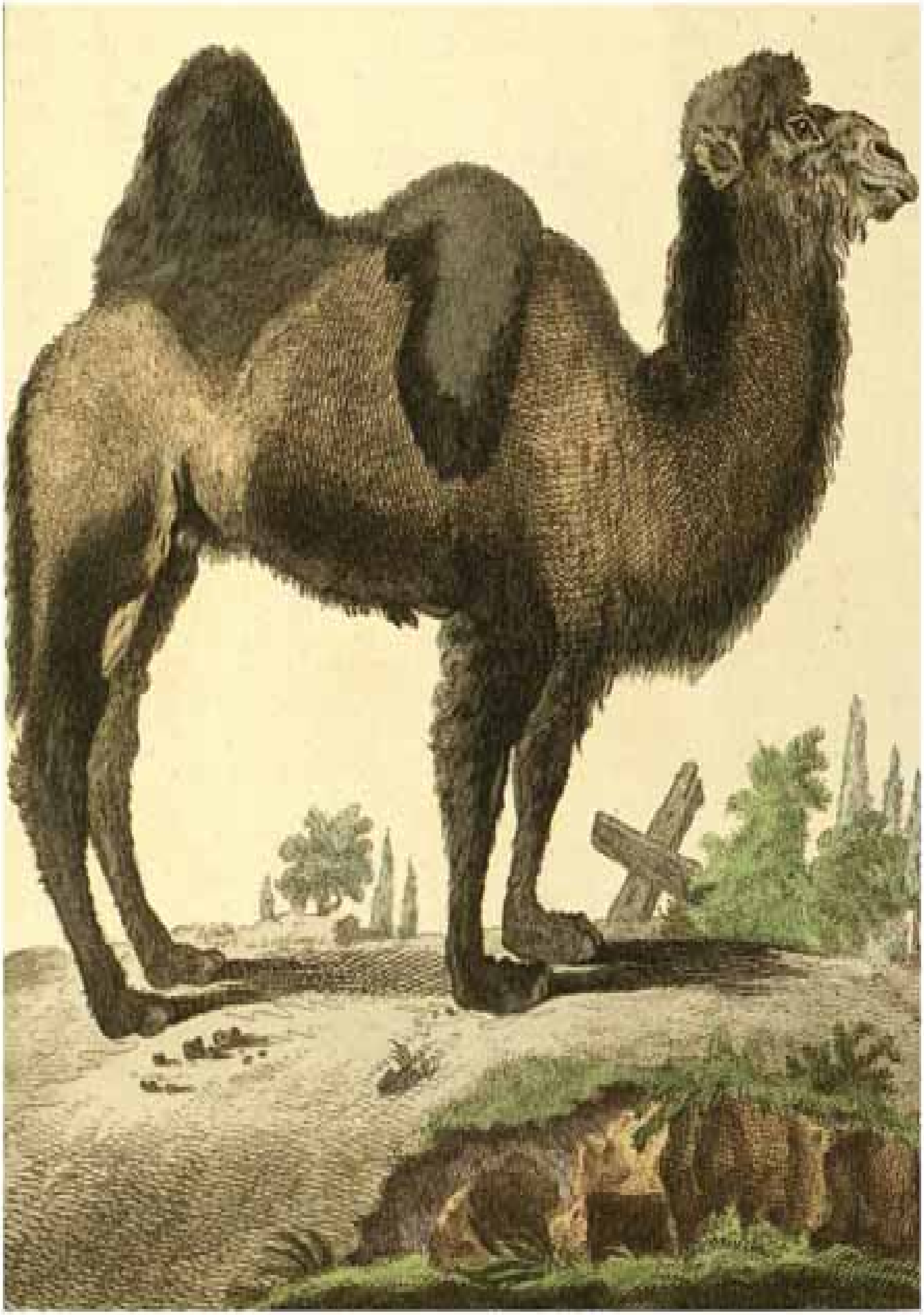


单峰驼

骆驼适应环境的结果——不论生死都是有用的——便是人类把它作为奴隶。那些太叛逆或具有恶劣性情的已经被淘汰了，只有工作而无游戏致使骆驼成为一种荷重的笨兽。无疑其中有些偶然会像西班牙的野驼群那样反抗而逃走。无疑，它会持续反抗，叫着、嚎着、咬着、踢着。或者正如亨利先生所说，它培植其恶劣的性情，使之成为一种享乐的方式。看来它几乎已组成了个骆驼的联邦，宪法中的一条是，凡是运货的骆驼，每小时的行程不得超过2.75英里；另一条是，凡是人类乘坐骆驼者，须知这种“沙漠之舟”是如何才能运转的。所谓最后的一根稻草折断了骆驼的背，似乎是正确的，因为一旦负担太重的话，骆驼会始终不肯立起的。但不幸的事必须承认，人类已在骆驼身上培植了一种执拗的劣性。人类不给它以好感，它也不给人类以好感。没有一位艺术家说骆驼是丑恶的，它常以怒目的鄙夷，“雕像般的蔑视”，睥睨世界。在另一方面，它在反刍时，好像预蕴着什么可贵的思想，好像以为骆驼是具有椭圆的红细胞的唯一的哺乳动物。

骆驼的种族始兴于北美洲，乃在数百万年前的始新世。最初只是一种幼崽，叫作“原始驼”。它只有北美的长耳大野兔一般大，具有四趾，但“自然之神”挥舞他的魔棒说：“我要把它变成一种巨大的动物。”所以隔了几百万年的时间，在渐新世中，出现了另一种的驼的先祖，与羊大小相近，已经几乎失去了它每肢上的第二及第五趾。在中新世，有一种两趾的原驼，比现代骆马略大，骆马也叫美洲驼，是骆驼的再从兄弟。在冰河世纪时，成群的骆驼越过白令海峡到达欧洲，北美洲就没有活的代表者，唯有类似骆驼的先驱者留存的光荣的坟墓在那儿罢了。可是仍有些美洲的人民肆无忌惮地说，他们不信有进化这么一回事呢。

虽然干燥的草原上所产的动物比不上多草的平原上的那么多，但那里却有其特产的有蹄目。长相奇特的赛加羚羊成千地游行于草原上。它的大小与黇鹿相仿，尾短，毛略带黄色，冬天变淡，雄者有琴状的角。它最奇怪的是那极长而膨大的鼻子，鼻孔甚大，两孔相离颇远。它一般的品性与习惯虽与别的羚羊相似，外表却似绵羊，它的毛也与绵羊相似。草原上很少有藏匿之处，而且饥荒与干旱经常会突然降临，所以它也和草原上的大兽一般，奔跑非常迅速。但它缺乏耐力，所以吉尔吉斯骑兵往往能赶上它。



双峰驼

亚洲的草原上最有趣且最为动人的有蹄目要算野马与野驴了。它们至少可分三种，野马、普热瓦尔斯基马形式与家马最相似，野驴产于西藏高原，这三种都有相似的习性。在夏天，10匹或15匹母马的小群同它们的幼子一起游走着，每群由一匹有力的雄马率领。别的雄马如果已经接近成长期，均不得加入群内，它们唯有独自游走着，直到精力富足之后。因此孤独的雄马经常每次数小时地立在小丘上，盼望着小群母马的到来。如果有一群出现时，它就奔着迎上去，向那领队的雄马挑战，而此领队者也绝不迟疑地应战。两匹雄马间的斗争很是凶猛，而且每次都历时颇久，其他的马不动声色地看着。如果侵入者得胜，它们便跟着它走。而它约束它们，也与那战败的雄马一样专制。野马需要强壮与敏捷，正如它们需要速度一般，因为那里这样大的动物是绝无藏身之处的，而灌木的丛林或许藏着饥饿的狼，但一匹雄马的力量足以率领一群母马，抵挡任何一头或是一头以上的狼。唯有些落后者及幼小者，才容易为狼所吞噬，但在普通的情境中，它们也不致常被狼攻击，因为它们锐利的感觉早就警告它们：狼在近处了。

野马很难逃脱人类的捕捉，并且游牧人很早就以猎取野马为一种最喜欢的游戏了。野马被视为一种骄傲而迷人的动物，富有力量，庄严而欢乐，但比较羞怯，而其外表几乎可算是卖弄风情的。被追赶时，它会好奇地注视一会儿，然后逃走。马群逃走时秩序井然：驻足四顾，又重新转身，然后依照其领导者的命令很整齐地疾驰而逃。它们难得用最高的速度奔驰，且常因等候小马而停止脚步。它们只有在被骑兵围攻时才会被追获。

第七章
海洋的优胜者

它们成群地嬉戏时，还常有一种欢乐的精神，那时候它们的翻腾跳跃比寻常的翻身更令人觉得惊险。

最先立足于陆地上的脊椎动物是两栖类，这是无疑的，那个时候正是泥盆纪与石炭纪。由古代的两栖纲进化来的有爬行纲，由陆上的爬行纲进化来的有鸟纲与哺乳纲。但显而易见，无掩蔽的陆上生活是不大容易的，因此，许多陆地的动物寻求别的住处，以避免激烈的生存竞争。于是，有的成为树居者，有的成为穴居者，有的成为飞行者，有的则回返到海中去。我们可以以海豚为例，它是陆上动物的后裔，而又像它的祖先一样回到海中生活。

著名的生理学家桑德森教授曾说过，我们如果见到一个美丽的动物而感到愉悦，这种情感常掺杂赞美它们适于其所处之地与其习惯的含义。这句聪明的话可以应用到鼠海豚及海豚方面去。它游泳的动作和谐而美丽，身体的曲线也极好看，但我们观察它或别的游泳动物（似鲸的哺乳动物）时，会不知不觉地以为它是大群的自然适宜者。

它身体的形状正像快艇的船体一样，特别适于迅速地分水。它身体的一切都能减少摩擦，皮肤是光滑的、突出的；构造如耳壳等是没有的；尾是扁平的，成了一个推进器，把水先掠向一边，然后再掠向另一边，这个推进器只是不能转圈罢了；前肢已成为平衡用的鳍。一切毛的痕迹已经没有了，代替毛以保持其宝贵体温的是厚层的鲸脂，鲸脂使得鲸游水时更适于浮水。我们如果问鲸脂为何物，就会知道鲸脂仅是脂肪层变厚而形成的，脂肪层为哺乳动物所共同具有的，只有普通的野兔没有。有的齿鲸的两鼻孔已经相连成为一个通风的孔，位于头顶的中央，来帮助其在水面上呼吸。其鼻孔中有活瓣，所以在水面之下时，水也不致冲入它的鼻中。

鼠海豚

鼠海豚是英国游泳动物中最普通的动物，许多人都常见它们在水中跳跃。它们的运动姿态非常优美，数头鼠海豚成列地并排游泳时，水面上现出间隔相等的背峰，看上去极像一条海蛇。鼠海豚猎食时，每约半分钟必会浮到水面，最先见到的是它的吻与头，然后是它背的中部及背上的鳍，最后见到的是尾叶。隔了半分钟，它的吻重又出现。全部行进的动力是从推进器曲折的推力而来的，鳍只作平衡之用，有时突然用它作为制动机。鳍一般紧贴在身体的两旁。它们成群地嬉戏时，还常有一种欢乐的精神，那时候它们的翻腾跳跃比寻常的翻身更令人觉得惊险。

地中海至大西洋地区乃鼠海豚的主要产地。它是峡江中或海沟中（如克莱德河）所常见的动物。不但是常见的，也是常闻的。有一种声音，介于暗泣与叹息之间，会在黄昏时提醒你，一头鼠海豚正在那儿呼气呢。鼠海豚呼气时，并不如较大的鲸一般有一股水冲起来。

就大体而论，鼠海豚是食鱼动物，它在海中所捕食的鲱鱼与青花鱼极多。青花鱼群集的地方鼠海豚也结队而来，有时多达50只。在其他的时候，它在海岸边徘徊，寻求幼鳕等鱼类，它又嗜食鲑鱼，因此有时候会随鲑鱼而深入内河。在伦敦桥上，时常可以看见它，并且有一次一只鼠海豚竟然在巴黎被捕获。它有26颗牙齿，皆极适于捕鱼，但不如真海豚的牙齿有尖锐的锥，只有铲形的齿冠。

除了极少数的例外，它每次只生一子，一半是因水中哺乳困难，一半是因为鼠海豚寿命很长，这样的生育率——简言之，即一子的家族——已经足够繁衍了。正和高等的哺乳动物一样，它的怀孕期是很长的，大约怀孕10个月后生产。母亲很会爱护其子，保护的时间也是非常长的。米莱在他的著作《英国的哺乳动物》一书中曾说：“有一次，有两只鼠海豚在船旁游泳，船上有人把其中之一捉获了，但并没有把它杀死，仅放置在船上而已；另一只继续傍着船游泳，大约过了几分钟，船上的人把捕得的一只重新又放入水中，那两只鼠海豚便一同游去了。但我们不知道，这被捕的一只是否为另一只的孩子，而那忠心的陪伴者是否是被捕者的母亲，那是不能确定的，不过大概甚似母亲。如不是那样的话，则此观察所展示的仅是一种极发达的对于同类的同情心罢了。”

一般的鲸

鲸的构造与习惯是极有趣的，尤其是鲸适应水居生活的方法。但如果我们从它的历史进化过程来研究它，则兴趣就会大大增加。我们知道它是哺乳动物，祖先久住于陆地，而又返回海中，正如大蠵龟一般，它虽居于海中，但它的祖先是一种陆居的龟。我们且从它的历史进化过程来思考它。

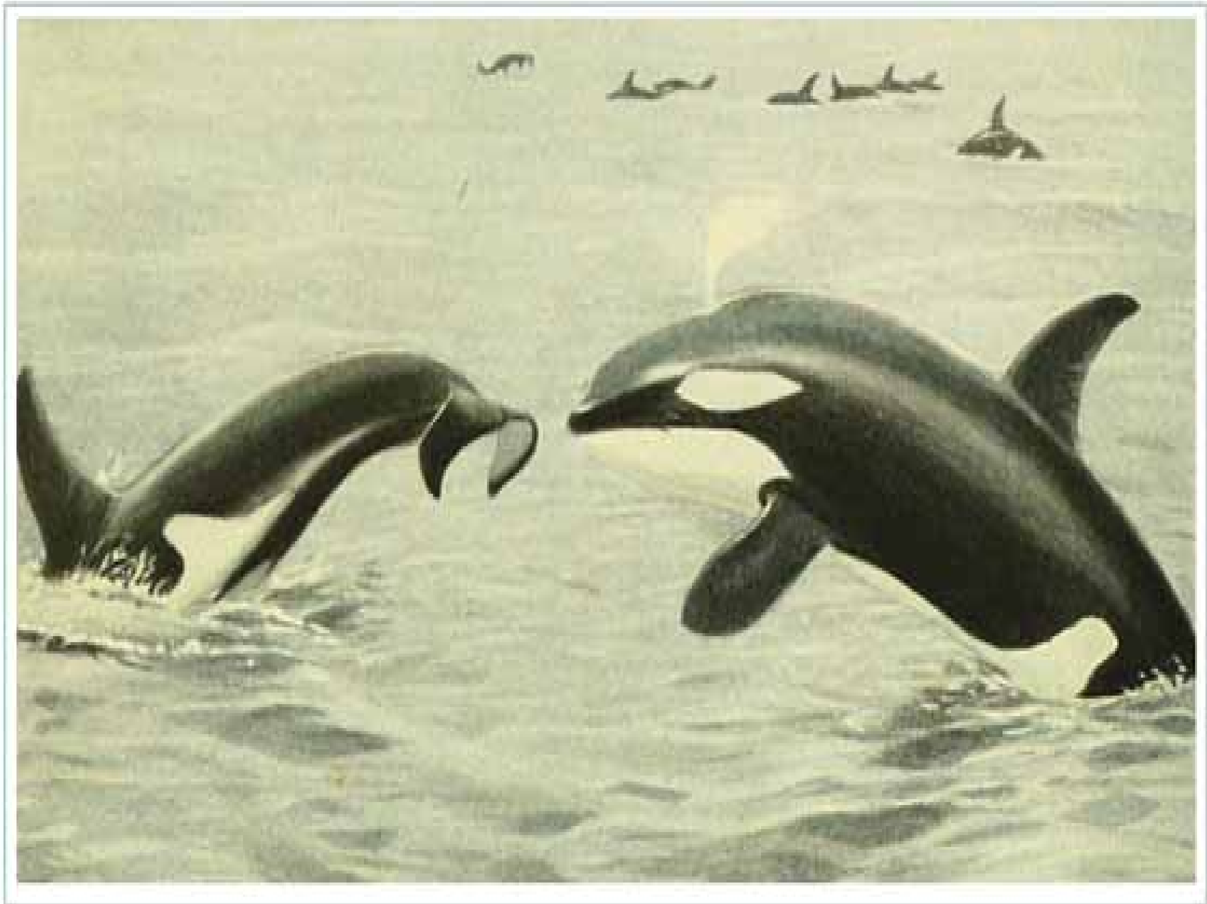
在鲸躯体的深处，仍有髋骨及后肢的细小余痕。这些骨骼的退化小片，可以说是已经没有用处的了。它们常被称作器官的雏形，但我们必须知道，它们并不是构造的开始，将来会长大而有效，它们只是退化的将要消失的痕迹而已。一头30英尺长的鲸的大腿骨只有我们的手一般长，那不是很奇异吗？再看已消亡的爬行动物载域龙——它的大腿骨有6英尺长，对比不是很明显吗？但鲸对于深埋于水面下的没有什么用途的后肢将做何处置呢？唯一的答案就是，它们是一种后肢退化了的遗物，在其陆居的祖先身上时是大而有用的。鲸的尾已成为一个不旋转的推进器，它的鳍相当于桨。海豹不是水生动物，它的后足不是用来站立的，但并不是退化的痕迹。我们只要看它们已变为主要的推进器，便可以明其所以然了。海豹的尾不像鲸尾般地有叶片。两者游泳时，先将身体后面的水拍向一旁，然后再拍向另一旁，迅速地轮流着，这一点是相同的。推进器的桨在鲸来说就是其尾鳍的叶片，在海豹来说为其两后肢，但这种运动是一种摇橹式的。

实际上鲸是无毛的，它们身上盖着光而滑的皮，游泳时将摩擦力减到最小。这显然是与哺乳动物不相同的，因为标准的哺乳动物是覆盖着毛的。但鲸是由陆上的动物变化而来的，这是已证明的事实，而且在此可以说明，未生下的胎鲸为什么身上是有许多细小的毛的。进化的痕迹一直都还在！我们更可以明白许多的鲸唇旁仍有少许触须存在的缘故。这是一个明显的事实，它们有时在关键之处仍保留着少许的毛，用作为触觉的器官，相当于猫颊上的硬须。这些触须存在于鲸的唇旁，神经末梢特别多（每一条须上有时有多达400根神经纤维），所以它们虽是剩余之物，但绝不是无用的遗痕。我们的结论是，从进化方面去看，才会明白鲸的小须存留的原因。



白鲸

成年的露脊鲸或长须鲸是没有显露在外的牙齿的，它们张着大口在水中游泳，把成千上万的海蝶（属海中的腹足纲）及幼鱼卷入从上颚下垂而深入口腔（有时长至7英尺）的角质板的边缘。鲸时时卷舌把那无数枣核似的生物扫入它的食管中。它并不用齿，虽然它有两组齿。它的齿从不破牙肉而露出，在鲸未出胎时已被肉包裹住了。为什么那两组齿会成为无用的齿呢？要不是我们知道那是鲸的祖先在陆上咀嚼食物时所用的牙齿的遗迹，那岂不是又成了一个疑问了？



虎鲸

一个夏天的晚上，我们在一个海湾内停船。那地方十分安静，既没有浪打声，也没有鸟啼声，就是那停着的船也好像鼠一般地没有声息。突然，在我的旁边有一头很大的鲸在那儿喷气——仿佛那儿有一股蒸汽。我们模糊地看见一股呼出的飞沫柱一般地升到空中。从历史的进化角度观察，鲸的喷气是什么呢？鲸是哺乳动物，不是一条鱼，所以它必须在干的空气中呼吸，而不能像鱼一般呼吸混合在水中的空气。有齿的鲸必须在水面下的深处寻求其食物，所以如果将呼吸的次数减少，那对鲸是有好处的，因为它呼吸时必须浮到水面上。它的喷气就是用力地呼出其用过的空气，往往在连续的短时间要做数次的呼出，然后深深吸入。鲸能储存大量的空气于肺中（大约亦能储于血液中），所以它能潜在水面下10～20分钟之久。喷射中所含者大部分为呼出的空气，在冷空气中可以凝结成滴的水汽，以及带起少量的海水。喷射的水柱可达15英尺高。凡此数例都是新博物学从历史进化的

角度来观察生物的方法。过去的手是按在现在的手之上的——一只活着的手。

海豹

海豚、鼠海豚、鲸等都可列为海洋的优胜者，而在我们的意识里海豹则是与海岛及海滨相连的，它们还不能如鲸等离陆地而独立。

海豹当然是陆上食肉动物的后裔，而且是近海生活者的子孙。它们到陆地上来休息、睡眠及产子，显露出它们原本是陆居动物的事实。但变为水居的大冒险必已年代很久了，因为在海豹的身上已经有许多适于水居的特征了。略似锥形的身体是适于在水中做迅速的运动的，耳壳的消灭、毛皮的紧贴及后足拖在短尾的两旁等，都是减少游泳时的摩擦力的。鼻孔可以在水中闭紧，口旁的须在黑暗中潜水时是大有用处的。眼睛的构造也适于在深处黑暗中活动。皮下的脂肪足使海豹易于浮水，且也保持宝贵的体能不散失，如遇风暴不能捕食鱼时，这种脂肪也可以供数天的消耗。它的齿尖端向内，利于吞捉光滑的鱼类。前后肢都有蹼，也有爪。自然，海豹是全身适于水中生活的。

普通的海豹与灰色的海豹可以说是英国海岸的居住者，还有4种别的海豹则可称之为过客。普通的海豹会进入河或内地的湖中，所以经常会在珀斯、敬畏湖中见到。

普通的海豹每小时能游10英里，大约可以达到海豚速度的一半，但其转向的迅速如同魔术一般。海豹决定猎取鱼时，那鱼——如鲽、鳍或鲑鱼——便无生路。犬游泳时，我们见它是用它的前后肢划水的，但海豹的游泳法并不是这样的。它把前肢紧贴在胸前，除了转弯换向时外，并不展开。它像鱼一样用它有力的后半身及作为推进器的后半部的紧贴的两足，把水先拨向一旁，然后再拨向另一旁，游得如电一般地快。大的灰海豹并不能游得这样快。

海豹在沙地上的行动十分奇怪。它会跛行，每小时大约行3英里，耸着肩俯着首，把它的前肢撑在沙上，拖着它的身体向前进（有时候用后肢跳掷，以帮助其前进），前屈而俯伏后，重新再走。最刺眼的是它那交互地一弯一伸的身体。曾有一只年轻的灰海豹在路上走了半

英里，而到了一个茅舍内，把它拖回海中去之后，第二天它竟然又重新回到那个地方。普通的海豹经常在陆地走一段短的行程，尤其是那被驯养者，它们竟然拒绝回到海中。海豹们似有“依附一地方”及“归家的能力”，与猫所显示的相同，但不幸得很，大多数的记载仅仅把这视为趣谈而已。普通的海豹有它所爱好的栖息岩石，灰海豹在水中有它青睐的处所，它在那儿住上数小时至数天，而不去其他的地方。

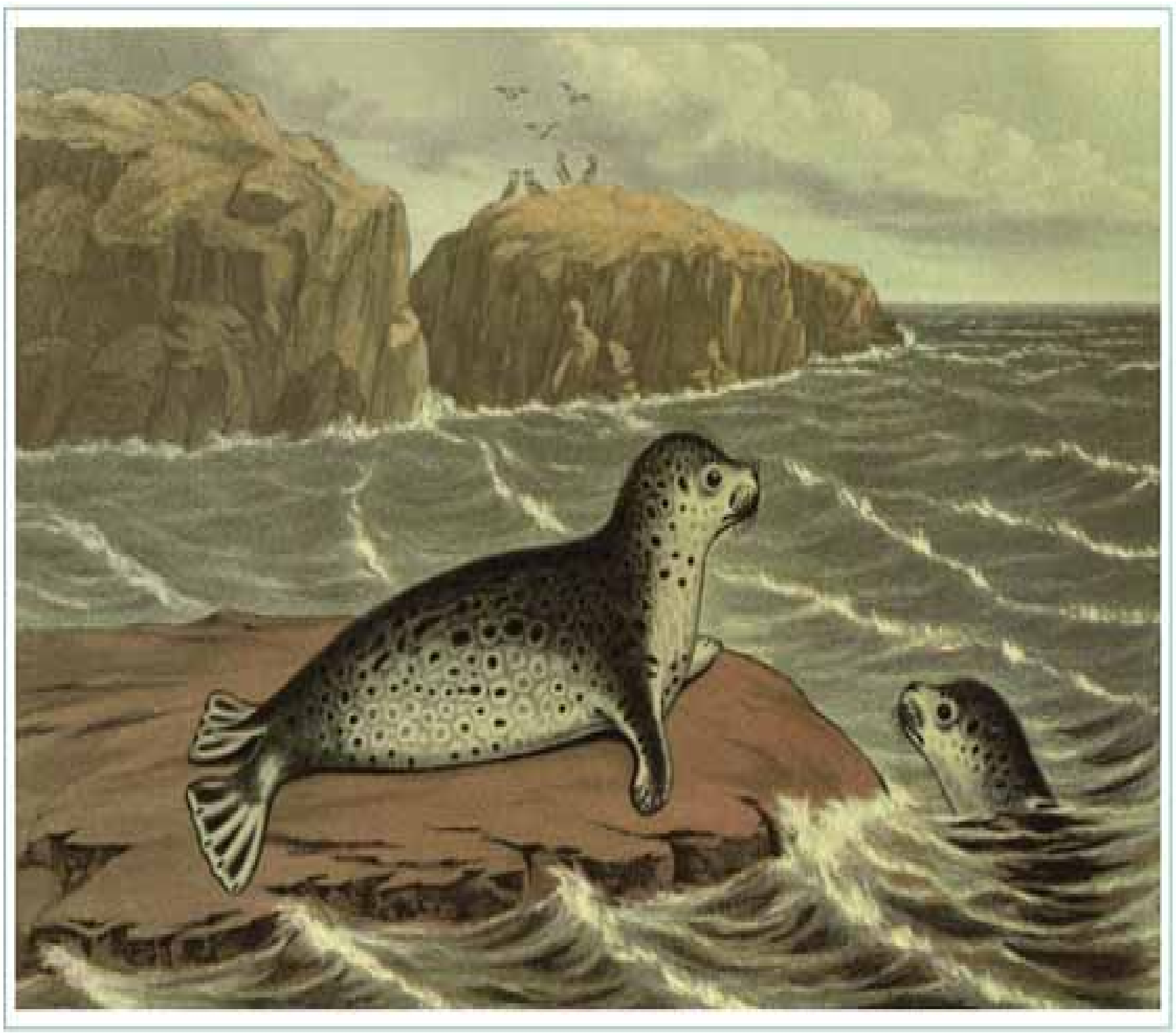


灰海豹

普通的海豹现在仍然很常见，苏格兰尤其多，那儿有许多地方在一天之内我们可以看见100头的海豹。最近，在威尔士也有大批的海豹出现。我们如果晚上在西部近海的湖内捕鱼，海豹会成群地到来，用它大而湿润的眼睛瞪着我们。它的听觉很敏锐，如果听到异常的声

音，便会聚集于声音之处。这似乎是由于好奇心，而不能算是由于爱好音乐，因为它既会为小风琴而来，也会为笛声而来。但它对于某一种声音听惯了之后，便不再感兴趣了。这也许是因为它愿意听声调的变换。我们不吝赞赏，因为海豹有精细的大脑，它依附某人或依附某地的能量，足以显示出它的情感生活是发展的。

普通的海豹是一夫多妻者，而同时也是一妻多夫者，所以我们关于它的配偶关系还以少说为佳。9月为交媾之期，4～5个月之前，雌雄两者大抵是分居的，产子期为翌年的6月，怀孕期共9个月，哺乳期约8个星期。雄海豹在8月争斗得非常厉害。



环斑海豹

海豚是在水中产子的，而海豹却是最新近的海上殖民者，它产子是在陆上的。海豹的幼子第一次脱毛在其未出胎之时，毛色是白的；它在第二次长毛时，开始自己独立的生活，此次的毛是深色的。海豹生后即可到水中，但需要陆地上的长时间休息和其母亲的爱护，这两者它当然是都能得到的。

普通的海豹，除了人类及它的大表哥——灰海豹之外，是没有天敌的。它与海豚、鼠海豚不同，必须在陆地休息。它趁波浪冲刷海岸而上陆，用爪爬登。它也会趁浪退时，滑入海中。它有时也设哨兵，但常常是睡着的。人类便趁其睡时或其生殖期而棒杀之。人类虽然不愿承认海豹是足以吸引他们的，遇到机会时，却不能忍耐而杀之，这不是极奇异的矛盾吗？人类把海豹称作失去了灵魂的堕落天使、女人鱼及男人鱼，创造了许多关于它的美丽故事，并鼓励这种迷信，但人们却在它熟睡与嬉戏或母海豹到岸上来安慰其幼子时杀害它。我们能听到海豹悲惨的叫喊声。

海牛

非洲及美洲的大西洋海边有一种非常奇异的古老哺乳动物，名叫“海牛”。它是十分奇怪的动物，色黑而皮厚，只有似鳍的前肢而无后肢。上唇分裂为两部分，生有刚毛，两半片互动时犹如钳子的尖端。它是利用这分裂的上唇来紧握海草的，吞海草时往往连着沙泥一起咽下。海牛有时候到河中去，那时它以淡水植物（如睡莲）为食物。它的臼齿很多，足以磨嚼韧而含沙的食物，臼齿磨坏后会重新长出新齿。

与海牛同属的是印度洋及澳大利亚海中的儒艮，它是目前存活的海牛的另一种。有些美人鱼的故事是以儒艮为原型的，因为它会以一鳍把幼子抱持在胸前。但这似乎不足以解释它和欧洲的美人鱼的关系，是不是？儒艮是食海草者，但其臼齿甚少，且易脱落。臼齿在咀嚼时是不怎么重要的，它们的职司由坚硬的角质板代之。

这种奇异而古老的海牛目中，还有一个物种，名叫大海牛，经常往来于白令海峡。最后一头大海牛见于1854年，这种有趣的动物已被水手们杀光了。它比现存的海牛要大，长达20～30英尺，但也是以吃海草为生。除了上颚有两个牙齿的遗痕外，口中没有牙齿，但有极其

坚硬的上颚，用以将海草磨碎。这三种互为近亲的动物却有三种不同的进食海草的方法，显然是很有趣的。

第八章

奔波在外的迁徙者

它沿着直线前进，若有河流阻道，那些能泅者便跳入河中泅至对岸。那些安然渡河者，从此以后会变得更加野蛮。

有许多种动物会做集体性的移动，我们常常称之为“迁徙”。“迁徙”二字的字义仅仅指自一处或一区域迁至另一处或另一区域而言，但现已应用于特定物种的集体移动，这种限制可使其意义更加明显。迁徙的严格意义指顺应气候的迁移，从夏季所处的地方，即产子而养育的地方，来到冬日居住的地方。真正的迁徙是与气候、食物的供给以及尤为重要的产子有密切的关系的。这一种的意义，最好在鸟纲中求其案例，但有许多别的动物每年也像规定好的一样迁徙。

迁徙的海狗

北太平洋中的海狗一年中有2/3的时间住在海中，雄性和雌性及幼崽是分居的。它随其所食之鱼而游走，尤其是乌贼或枪乌贼，捕食二者是海狗的嗜好。我们常会看见海狗在海面上跳跃、嬉戏，正与海豚相似，在此期间，它是绝不近岸的。但到了春天之后，它出发前往它的繁衍之地。“有许多海狗坚强地游过2000多英里的北太平洋上的海程。它一连数天地游过密云低悬、狂风怒啸的海面，绝不失误地游过阿留申群岛间的水道，而到达100英里以外雾气弥漫的普里比洛夫群岛。”

5月初，雄海狗到了群岛的海岸上。它长得肥壮有力，精神焕发。来到海滩之后，每头海狗都会选取一块区域作为自己的栖息之所，如果有来犯者，便与之争斗。这些被选之处是最近水之处，往往被大而有力的雄性占据，因此争斗时常发生。雄性往往一刻也不离开它的区域，竟有数周不饮不食者，睡的机会也很少。

温良的雌海狗只有雄性的1/5大，要再晚一个月才来。雄性粗暴地欢迎它，因为每一雄性希望得到许多的雌海狗。它虽一面向雌者殷勤献媚，一面却与其他的雄兽争斗，以致雌海狗也不能过太平日子。即使雌海狗已安定住下了，一只临近的雄海狗会捉住它的颈背，把它带到住所，而雌海狗原来的主人则正在献媚于新来的雌海狗，求它加入自己的家中。海狗在岛上最少留居4个月，在最初几个星期，雌海狗按时到水中去捕鱼。它所喜吃的食物日渐减少后，便远离海滨远征。幼年海狗也成群地来到海中嬉戏，且练习泅泳与捕鱼，但每只雌兽能于数百只小海狗中无误地认出自己的幼崽而拒绝其余的幼崽。

到了秋天，巨大的殖民团解散了，大的雄兽首先离开。只有在那离开之前3～4星期中，它才得到些食物与休息。它瘦了，疲乏了，也不像初来时那样好斗了，不久它在大海中便会寻到更安静而食物充足的处所。

旅鼠

亚、欧、美三洲的北方，无论何时，总有无数的旅鼠。旅鼠种类繁多，但除了北美的带纹旅鼠在冬季变为白色外，其余的都大致相同，可以一概而论。它的外貌极像普通的田鼠，但更大而肥矮，尾较短，背上的毛也极长。大体均带褐色，但差别甚大。它常居于进出较方便的穴中，穴的出入口不止一个。它在这些穴中产子，每巢可多达8只，一个夏天产子不少于一窝。



北美棕旅鼠



欧旅鼠

它活动非常频繁，经常日夜奔波在外，以搜寻食物，即使在冬季也不像别的啮齿目一般，睡在或待在它自己的穴中，所以这是容易了解的。它需要非常多的食物，在食物充裕的季节中，它繁殖较寻常更为迅速，但也许接着便来了一个食物匮乏的时节。食物不够时，旅鼠们便逐渐地不安起来。它从山侧及苔原的各处成群结队地聚集而来，数量多达数百万。不久它便开始了饥饿的旅行，本能地一直向北方进发。起初，它是很有秩序的，边吃边走，经过有草木的地方，便吃得寸草不留；如果到了溪流的边岸，便沿着溪边走，以求一易涉之处。但久而久之，它发狂似的不顾一切。它沿着直线前进，若有河流阻道，那些能泅者便跳入河中泅至对岸。那些安然渡河者，从此以后会变得更加野蛮。

旅鼠在旅行时，死去的数量非常巨大，因此生物学家所称为“送葬者”的动物——鸮、鹰、猞猁、狐、伶鼬等——每次都伴随而行。疫疾也会使旅鼠的数目减少，弱者先被淘汰，而许多强者更会意外死亡。譬如1923年的秋天，旅鼠经过挪威的官道，被汽车碾死者为数极多。又有许多旅鼠在泅过峡江时，因体力不支而被淹死。

但不是每只旅鼠都会遭到如此悲惨的结果。有些越过了险阻，从而寻获了新的居处；有些因力竭而退后的也能恢复其体力。因此过不了多少年，小小的旅鼠重新又充斥在北方各处的平原上了。这是一个一再重复的故事。个体仅会数百万只、数百万只地消灭，但“自然”总护佑着它的种族，使之不致灭绝。

第九章
奇异而胆怯的游荡者

那些目光锐利、灵活而短小的土著，最善于跟踪野兽，他们很容易地在地上掘出陷阱，并把那谨慎的霍加狓捉住。

那庞大的河马，除了在非洲内地森林带的河流中以外，现在已很少有了。

发育完全的河马大约有4吨重，长度可达14英尺——确实是一头巨兽。它那大而圆的身子足以安置在短而粗的腿上，连接着它多齿而阔大的嘴部的颈是如此之重，它有时把颈安置在地上，似乎它的粗颈还不够支撑其重量。它身上几乎完全没有毛，它的皮比犀牛皮还光滑。

河马食草及水中的植物，它的胃能容5~6蒲式耳（1英蒲式耳约合36.67升）的食物。德国博物学家布雷姆在描写河马进食时的神态时说：“那可怕的颈伸入水深处不见了，在植物的中间咬掘了若干分钟之后，那河水因污泥浮起而变为黑色了。那巨兽衔着一大捆的食料——在它只是一口而已——又重新出现，把食料放在水面上，然后慢慢地吃。那植物的梗和卷须横披在它口的两旁，绿色的植物汁液和其口涎不断地在其两唇间流出，半嚼的草料成团地吐出又咽下，那无表情的眼睛呆定地注视着，而它的巨大的齿尤其显示出可怕的样子。”

河马的力气非常大，仅靠鼻子就可以完全颠覆一只小船，在水中可以拖一牛而行，并不费力。凡种植的地区被其毁损者非常严重，它踩踏稻田，以致被其摧践者比其所吃的还要多。但就大概而论，它是惧怕居民的，对于他们的枪，它没有方法抵抗，所以在有人居住的地方，它必定到晚上才开始活动。白天，它伏在水中。它的鼻孔生得非常高，它把它们露出在水面上，但时常隐没在水草中，所以我们通常感觉不到它的存在。白天，它不作声息，仅仅有呼吸声；在晚上则叫嗥，大声咆哮。

在偏僻之处无人打扰的地方，河马的夜出习惯便不大显著。即在白天，它也敢大胆地从水中出来，曝晒于阳光之中。有时候小河马

——大概每次只有一头——在其母亲的保护之下，在白天里睡着。但母河马往往把小河马负在背上在河中游泳，它自己可以在水中下潜十分钟，但有小河马在一起时它便常常起来，因为小河马必须呼吸。如果遇到危险，那母亲庇护它孩子的行为是十分勇敢的。

犀牛

犀牛的名声不是很好，据说它脾气很坏，而且有恶意的行为。它爱好探索，而视力又不怎么好。它是天然的夜间动物，白天的时间都在睡觉，所以要是被一个偶然经过的旅行者所惊醒，它常常要攻击那旅行者。森林中的犀牛，有长而尖锐的角，比平原的犀牛性情更加凶悍，后者的主要欲望仅仅在于不被侵扰地独处。

犀牛每次生产只产一子，其子随母而行，直到孩子长大为止。我们经常见到母犀牛与两头幼犀牛同行，其中一头比较小，另一头比较大，显然大者为小者的兄长。但母犀牛常常在幼犀牛没出生之时，即将长成的小犀牛驱逐开，不许它们随行。犀牛在白天睡觉，常常独卧在平原上的独树下，或荆棘的阴凉下，或丛林中。

下午4点钟，温度降低了，犀牛开始了它每天的行程，走到一处它所喜欢的水滨。它随行随食，慢慢地在一丛丛的灌木中走着，但在日暮之前必然走到水滨。如果时间晚了，它便不再随路寻食，开始加快脚步，它的腿虽然短，却走得很快，足以在既定的时刻到达水边。



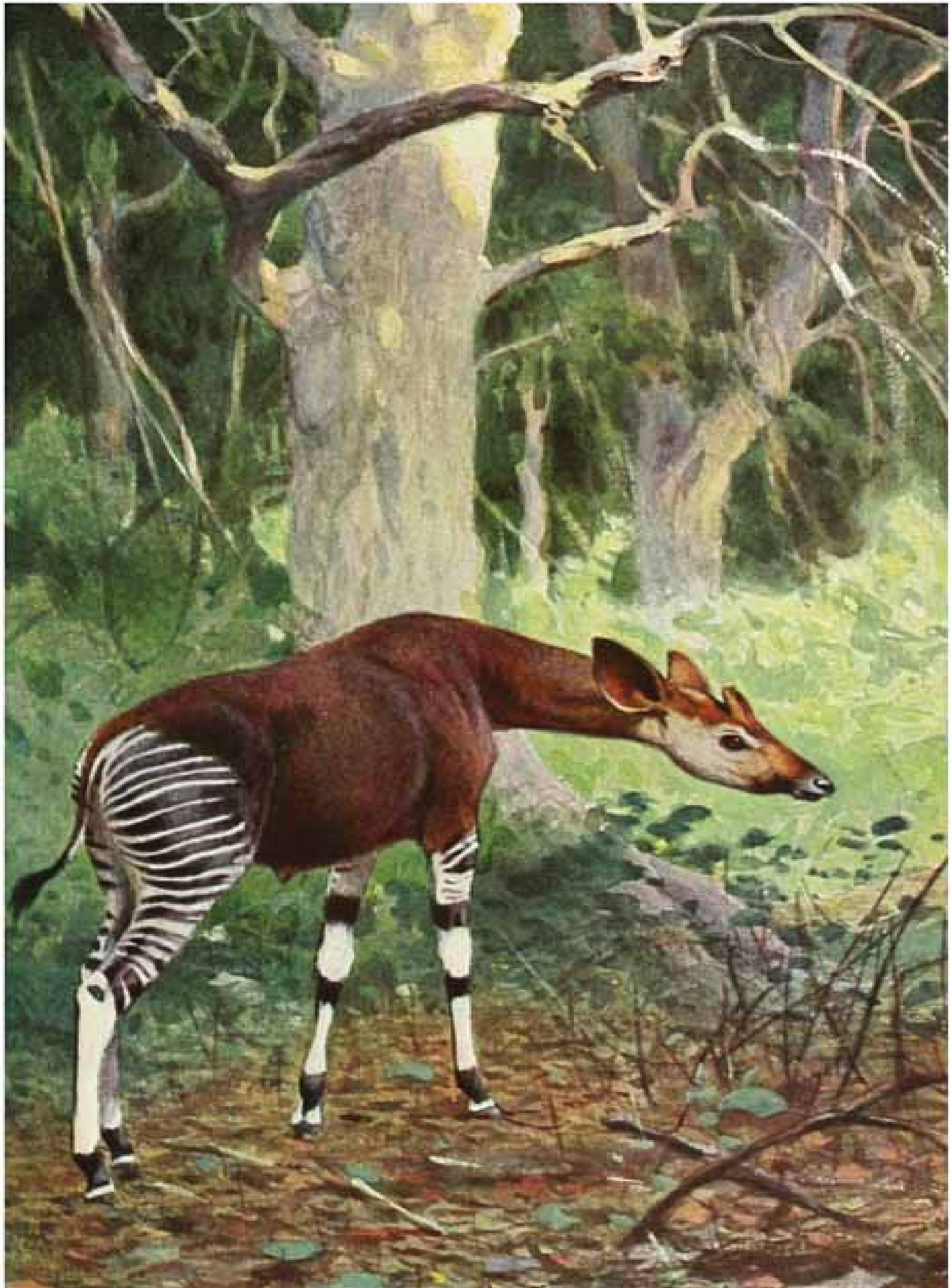
犀牛

许多犀牛在水边相遇，它们喝足之后便开始游戏、嬉闹，如一群发育过度的猪。它们的叫声在黑暗的森林中回荡。它们游戏疲倦之后，回至水中打滚，或寻找到一棵适宜的树，在树干上擦它起皱纹的皮。除了每天到水边外，一年的大部分时间它们是不大远行的，唯在最干燥的几个月中，作季节性的游行。犀牛见它常到的水池已经干涸了，因此出发寻求一个更深的池。它对水有着极其敏锐的感觉，能像狗一样，用前足刨地把沙土堆在后足间，而掘得水穴。别的动物利用此种水穴，或加以掘深，但很少有能把它们挖成井的。

霍加狓

中非的热带森林是为数不多而又鲜为人知的霍加狓的家。谣传有一种奇异而胆怯的生物在森林中游荡着，有些人说它是羚羊，又有人说它有像斑马一样的斑纹。一直到1900年，约翰斯顿爵士才使科学界

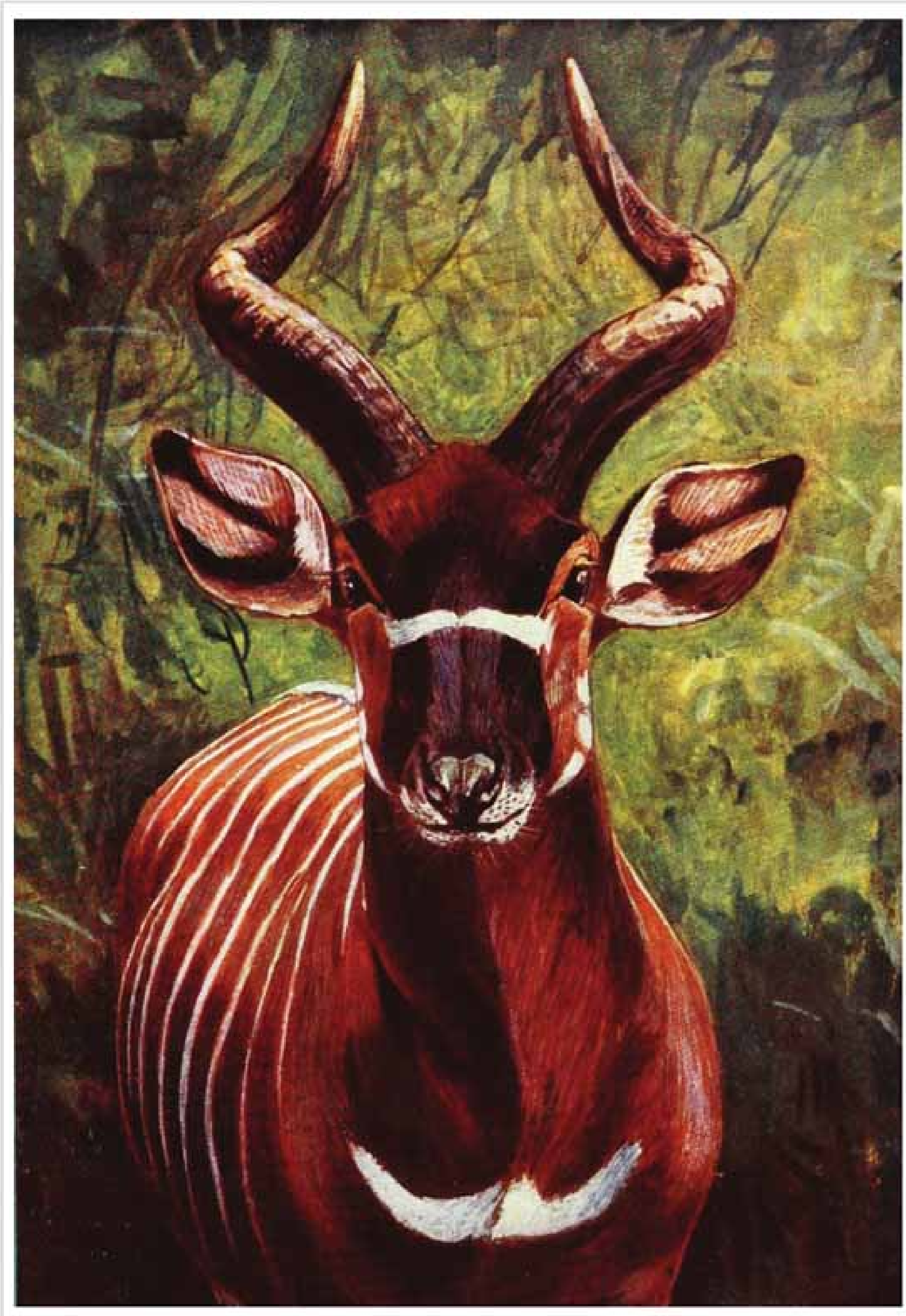
了解，这是霍加狓。但没有人能把一头活的霍加狓带到这里来，虽然在安特卫普的动物园内，曾经有一头活了很短的时间。大概除了少许勇敢的探险者外，了解霍加狓的人仅仅有伊图里森林中的土著了。那些目光锐利、灵活而短小的土著，最善于跟踪野兽，他们很容易地在地上掘出陷阱，并把那谨慎的霍加狓捉住。



霍加狓与长颈鹿为近亲，但其背部的棕色不如长颈鹿的显著，因为它的肩比它的臀部并没有高出多少。它的颈不怎么长，头似长颈鹿，有大而似薄贝壳的耳朵。它的颜色与大多数森林动物相同，是深酱色或略带紫的红色，但后半身有白色的条纹，面部与腿部也是白色的。成熟的霍加狓有角，其形状与发育程度和它的近亲长颈鹿的角相似，在霍加狓完全长成后的数年中，角长2～3英寸，紧附于头颅骨上，但不像长颈鹿的角那样完全有皮盖着。因为它的角尖是裸出的，可以看见下面的骨头。角上没有角质的掩护，它的角完全是由骨所形成的。雌的霍加狓无角，而体形大于雄者，这是有蹄动物中所仅见的。大的雌兽自蹄至肩上之最高点高达5英尺，而自鼻尖至尾端之长度约达7英尺。

霍加狓的足印与驴的足印相似，但与水牛或大林猪的大不相同，因为那分趾的相互距离很小，如果在一块软地上，那分裂处是几乎看不出来的。它受惊后，会发出一阵突然的哼声或呼声，正与长颈鹿所发出的声音相同，这就是它转身逃走时所发的声息。它大概在傍晚或清晨进食，所吃的食物是大树荫下幼树的叶子。它绝不吃草，因为据我们所知，它喜欢居住的地方是没有草生长的。它的舌长而富有肌肉，非常适宜于捋食树叶。霍加狓与长颈鹿为近亲这件事，从它们吃东西的表现来看是最为明显的——它伸长了它的颈，一直伸到最高度，在各种树的叶子上挥卷它的长舌。

紫羚



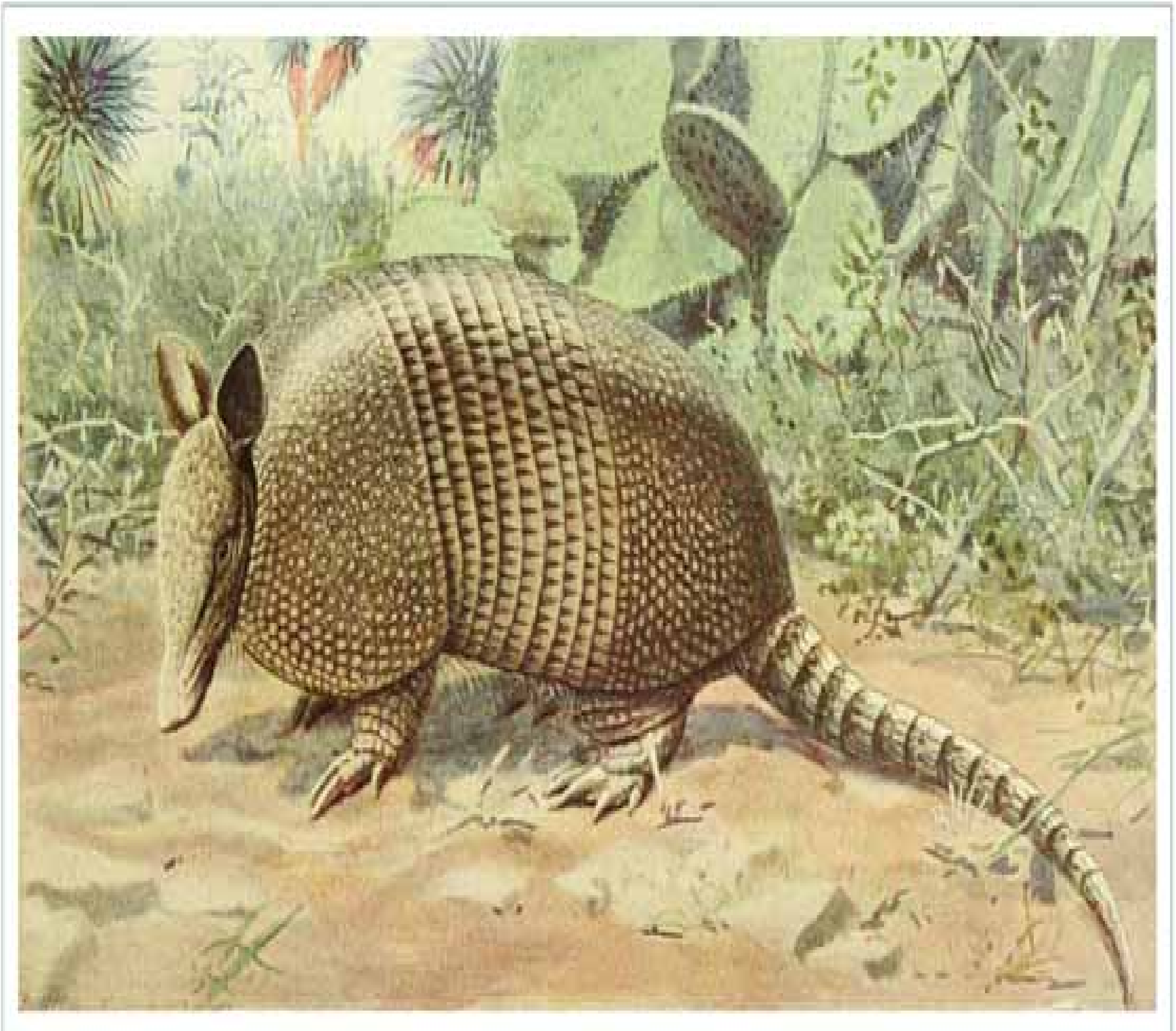
棕白条纹相间的毛皮虽为一种颇奇异的外观，但实际上对该动物有巨大的帮助，因为这足以使它隐藏在森林中，而不致引起敌人的注意。紫羚是非洲森林中的一种动物，其毛色与霍加狓的属于同类。紫羚是羚羊族中一种美丽的动物，它的毛皮是深栗色间以白条纹，这是保护色的一个很好的例子。那白色的条纹分碎了身体的整体形状，所以它在森林中的天然的居所出现时，绝不引人注目，尤其是在日光照耀而森林中布满了交互的光线与阴翳时。同样，老虎身上刺目的条纹在特殊居处的背景下，也是几乎看不出来的。沙漠中的动物必须有不错杂的黄褐色的毛皮才利于隐藏，而森林及丛林中的动物有间断的条纹及对比的毛色的话，则更适宜生存。

紫羚的家在森林中，但它可以游荡到很远的竹林或潮湿之处。与霍加狓不同，紫羚喜欢近水的地方，且常常花费许多的时间在沼泽中打滚。它虽是谨慎小心的动物，但有一种习惯，常因此而把自己置于死地，它常常到一处经常到的水域打滚，而且每次必走同样的路径，因此土著便容易用陷阱来捉它。它是有力的野兽，有硕大的角，常把它的角在树上摩擦，磨得十分光滑。霍加狓在森林中经过时，如果遇到阻碍的话必跳跃而过，但紫羚是绝对不肯跳跃的，它会攀缘或匍匐，但很少会跳过一株灌木或一株断树。这个习惯与森林中那小小的赤水牛相同。大概因为地面不平与许多藤类纠缠，在森林的茂密区跳跃比较困难。

披甲的哺乳动物

披甲的哺乳动物的最好例子，自然首推犰狳。它的肩部与股部有骨质的鳞甲，而两者之间则有骨质的“腰带”能依次将之镶紧。这种动物将头和尾蜷缩之后，便成为一个不可分开的球。犰狳及其亲属是唯一的皮中有甲骨的哺乳动物，它们的甲胄几乎完美，不仅异常坚硬，并且能够蜷缩。犰狳与树懒属于同一亚纲，行动迟缓的树懒喜欢避居在树枝间，而犰狳则依靠它的甲胄和其掘穴的能力，仍然生活于平地上。它有极强的爪，可以非常快地在土中掘几下，便直坠般落下去，最后所能看到的只是它身体的后半部。它的背上盖有骨质的板，它的

敌人难于着手去捉它。不久之前，曾发现一只犰狳去除了它的甲骨，还能走得很好，而且能凶恶地咬扯。



九带犰狳

有一句谚语说“好的东西不能要得太多”，但拉丁格言“莫过度”一语似乎更聪明。我们时常看见太过度的动物，如南美的雕齿兽是犰狳的已灭亡的亲戚，甲胄有1英寸厚，这当然比所需的厚了太多。然而这种同样的事情，却也经常发生在人与人之间或民族与民族之间。

在讲完犰狳的甲胄前，我们还要添两句与论点相离不远的批注。第一是关于达尔文的，他非常喜欢研究犰狳及其亲属—无论是活的，还是化石——后者是他乘坐比格尔号旅行时在南美发现的。让他深思

的是南美既富于此现（贫齿目）的化石，而且也是活的代表之大本营。达尔文自言自语地所说的话大约为：“这不会是一种暗合。当然这些许多已灭亡的犰狳、食蚁兽与树懒必亦为那些现今繁生于此处者的祖宗。”这个观念当今所有的博物学家都能接受，但使此观念成为共识者则为达尔文。第二句批注很简单，那地方的人民把犰狳的甲胄做成一只极牢固的篮，把犰狳的尸体丢弃了，再把它的壳倒置着，从头部到尾根处装了一支柄，这样便做成了一个再好不过的购物篮了。在皮上生甲骨的趋势是非常彻底的，因为在尾上也有连续不断的骨质的环，每一个环都足以成为一个极好看而可靠的餐桌上用的布巾环。

穿山甲是犰狳的一个亲属，生活在非洲及远东。它有极强的鳞甲，角质的鳞重叠相次，正如屋上的瓦，布满全身而且都能活动。即使我们所知道的已经很多，但见到此奇异的古老的哺乳动物的时候，仍然不禁会说道：“它不是一只爬行动物吗？”或者那鳞甲就是爬行动物的远祖传下的遗产，所以哺乳动物来自一种已经绝种的爬行动物是无可置疑的。但是如果说哺乳动物未完全失去爬行动物的产生鳞甲的能力，也许更接近于事实，因为鼠及海狸的尾是有鳞的。东方的穿山甲的鳞中及非洲幼小的穿山甲也都是有毛的。我们也可以提及那有趣的海豚，它的皮中是藏有鳞的，有些已经绝种的鲸也有。

有厚厚的皮，也可以说就有了相当程度的甲胄，这种甲胄在犀牛与大象身上达到极致。

第十章
合群善交际的群居者

> 一个群体中有一致的工作，而一个群体之所以能围住一小群的羊或抵抗一个强大的敌人，就只是因为群中的每一个成员都能一致工作，而不各自为谋。

自然界有独居的哺乳动物，如水獭、野猫、狐狸等，也有群居的哺乳动物，它们也可分为若干不同的等级。

第一级虽常同住在一处，为数众多，但其相互间并无社会性的生活。以兔巢为例，多数的兔住在一起，在昏暗的环境中进食及游戏时不易受惊。但据我们所知，它们并不共同工作，也无哨兵。北美的扬拨鼠可以说也是这样的。许许多多的个体同住在一处，是因为它们找到了适当的地方，也是因为它们繁殖得非常快。它们正在群居者的边缘，但也仅仅是到此为止。

不过，要画一条极其分明的界线是不可能的。已故的赫德森在其《拉普拉塔的博物学家》一书中告诉我们说，潘帕斯高原的兔鼠之间有许多的“会话”，并且有着共同的游戏。它属于啮齿目，有时会伤害它们居处附近的谷类。由于愤怒，农民们有时在兔鼠所居的洞口堆放泥土，想将它们活埋在洞内。但到了晚上，一大队的兔鼠从另一个村子赶来，把洞口掘开，救它们的邻居们脱离危险。合力工作，即为群居生活的开始。

再以斯堪的纳维亚的旅鼠为例。关于旅鼠我们在前面已说过一些，它们大群地居住在适当的地方，但它们之间并无社会性的共同生活，只有被饥饿所逼迫时，它们才合成一支大军而出发，而社会性的行为的开始即在此合力中体现。

第二级可以以鹿、羚羊、野牛为例来说明，其进步的地方在于有合力的行动。它们行动时都是全体一致的，群中的每一分子都协力来抵抗它们共同的天敌。譬如，加拿大极北的多毛而黑褐的麝牛如果遇到狼群，便合群退到高处或一面峭壁之下，它们围成一个圆圈或半

圆，小牛居在圈中，而具有可畏的长角者则列阵以待其敌。麝牛合群地守，狼却合群地攻，我们所读过的吉卜林的《丛林之书》中，有关于“合群的法则”的优秀的博物学故事。一个群体中有一致的工作，而一个群体之所以能围住一小群的羊或抵抗一个强大的敌人，就只是因为群中的每一个成员都能一致工作，而不各自为谋。群居的动物常常会设有哨兵，并使用警号。在许多的例子中，如驯鹿，经常有时间性地全体旅行或迁徙，从夏季所处的地方来到冬季所处的地方，或从冬季所处的地方回到夏季所处的地方，这比鼷鼠或旅鼠这种偶然大群地迁徙者又高出了一级。

第三级的群居动物可用海狸的村落来说明，这已近于蜂房的组织了，不仅是成群。因为海狸能够合力以共同经营，如建造一个堤坝或掘一条运河。它的故事是非常有趣的，所以我不得不用更多篇幅来说明。

海狸

海狸为啮齿目之一，是松鼠的近亲。我们不能说它属于一个聪明的种族，我们猜想它所做的可以被赞美的事情，大部分都是先天本能的结果，而不是属于后天学来的智慧。

海狸本来是英国的土著，它工作的遗迹尚可在英国许多的地方找到。但它离开英国已很久，在欧洲时只居住在极偏僻的地方。就是在海狸极多的北美——因为美洲的海狸几乎与欧洲的相同——它居住的地方也日渐狭小了，它已被驱赶到非常偏西的地方。事实是因为海狸的皮非常值钱，尽管它很狡黠，并且有群居的习惯，却不能维持其固有的地盘。它与松鼠的亲族关系是很有趣的，因为它们两者都已多少离开其原始的居处——干地上——而寻找到了新的家园了。那最彻底的松鼠已成为树居的哺乳动物，而海狸则到水中去了。



海狸

海狸有厚而不渗水的皮毛，有生蹼的后足（游泳时便作为舵用），强而扁的有鳞的尾，所以是非常适于在水中生活的。错误的见解比较不容易消失，旧有的见解认为，海狸是用它的尾巴来填土筑堤的，但这是海狸不做的事情。在夏季，海狸经常到很远的地方遨游，享受丰富的食物，它那浑圆的身躯与短短的腿均不适于在陆上疾走。

海狸有许多保全生命的手段，如果不是人类重视它长毛下面的浓密绒毛而猎取它的缘故，它或许还要多些呢。从前，海狸的皮是用来做礼帽的，自从用蚕丝来替代之后，海狸得以渐渐地返回它以前所常到的地方了。美国各州大都有保护海狸的法律，设陷阱狩猎者不得多杀海狸。海狸游泳与潜水的本领、储藏小枝与碎木的习惯、夜出的习惯、很广的食谱（因为它能吃许多不同的食草），都足以保全它的生命，但尤为重要的是海狸能够互相帮助，且有极具效率的先天本能。

海狸不但合群，且好交际；不但好交际，且会合作。它建筑堤坝、开凿运河即是证明，许多的巢穴环绕成一个海狸池或者成为一个海狸村。海狸村成立之后，其附近的树木必定会年复一年地减少，近池的树先被使用，接着便用较远处的树，正如渔港的渔船必须越走越远。海狸搬运树枝是衔在口中，两头突出着，在它游泳时那是绝不费力的，但在经过丛林中的矮树间时，却非常费力。当然它会造路。但它能造比路更好的东西，即运河。最好的运河是非常奇异的，长达数百英尺。它会在蛇形河道的两个曲折间建造一条捷径。它会穿过一个小岛。我们如果把穿过小岛的事想一想，便不得不承认这是一件奇异的工作。造长运河并非一只海狸的力量所能及的，必须群策群力。再者，按照阿盖尔公爵拍摄的照片显示，如果我们能明白那工作的情形，就知道这种合作的工作，若非工作完成后水道可以畅流，是不算成功的，它的工作似乎是朝向这一个目的的，虽然很模糊。同时，我们都知道在河旁的低矮丛林中常有通路，大雨时便成为一种天然的运河。大概这种通道很自然地变为水池，而海狸们便是借此加以改良的，因为我们已提过动物们是善于顺应而拙于创造的。

海狸们一对一对地同住着，严守一夫一妻制。青年时代很长，家庭关系似乎很快乐。海狸村繁殖过度时，便另寻觅新地方。据说，开辟新村的工作是由海狸的祖父母们、年长而胆大者执行的，但我们不能轻易相信这种说法。

我们并不认为海狸是一种聪明的哺乳动物，可与狐狸、白鼬、马或大象相比拟。但它有合作的特性、与同类协作的能力，这是它最大的天赋。经过了相当长的岁月，它有试验的冲动和暗示的机智，如果试验的结果良好，它便维持下去而不屏弃。我们并不确定说任何海狸都有建造堤坝维护集体利益的观念，我们的意思是，在需要造坝的暗示出现时——从已经泛滥的河水及群体的趋势可知——海狸便会试验它的想法，如果结果良好，它就会继续下去，成为习惯。

第十一章
乘风扶摇的翱翔者

> 那些呆木迟钝、不识时势的都被淘汰了，中途迷途而不能到南方的也已全部灭绝，只有那聪明慧黠的鸟得以生存下来而延续其种族。

脊椎动物中最高的两纲是鸟纲与哺乳纲，它们是沿着两个极不同的方向进化的，所以很难说谁比谁高级。但人是属于哺乳纲的，因此通常以哺乳纲为首。但任何人都会表示同意的是，鸟类是个优秀的老二。它们的骨骼与肌肉，它们的视觉与听觉，它们的血液与呼吸，都不落后于哺乳动物。

也许有人一时不知道鲸与蝙蝠是哺乳动物，但鸟就是鸟，一望即知。因为鸟是长有羽毛的两足动物，如果我们再加上“恒温”与“产卵”两词，则其定义会更加确切。恒温是说它无论日夜、无论冬夏，一直保持同样的体温，恒温的动物只有鸟与哺乳动物两种。除了5种两翼不发达、只会奔跑的鸟——非洲鸵鸟、美洲鸵鸟、鸸鹋、食火鸡与几维鸟外，其余的鸟都有飞翔的能力，南极的企鹅等属于少数例外。

鸟的生活状态是特别有趣的，因为它有真正的智慧和固定的本能。还有第三种特质我们必须提及，那便是其个体的习惯，因为有许多鸟非常容易适应新的生活状态。

鸟的感觉

鸟有两扇广开的智慧之门：视觉与听觉。我们经常赞美鸥鸟在汽船后面的泡沫中衔取饼干片的敏捷与准确。鹰在山上巡查，搜求鸟的幼雏，其目光之锐利也非常令人惊异。它在极高的地方观察到了一只小鸟或幼雏，就会像闪电一般迅速从天空降下。秃鹫之所以会集中在动物的尸体旁边，也是由于其视觉，而不是因为嗅觉。第一只秃鹫看见哺乳动物蹒跚而跌倒的时候，便从空中降落下来占有它，第二只秃

鹫在空中看到第一只下降后，也随之降下，然后第三只也接踵而至。到了那时候，消息已经在天空广泛传开了。

次于视觉的当属听觉，仅仅是小枝的折断声，就能够让听到声音的鸟迅速飞走，或发出一种信号以警告其同类。大家知道听觉敏锐的鹅是如何在夜中觉察到异常的声响，群起警鸣而救了罗马的。许多鸟善鸣必然是由于它善听。

敏锐的听觉对于出生就能奔走的高等鸟，如鸡雏、鹧鸪、麦鸡、红脚鹬等而言，是非常重要的。它对于双亲的一种特殊的警戒声具有本能的或先天的认识，所以一听到这种声音便立刻蜷伏不动。它出生后两三小时便能这样，但如果是继母养育的话，则无论继母说什么，也不管继母是怎样焦虑地呼唤它，它都绝对不会注意的。这足以证明它是能辨别声音的。正如我们所知道的，有些听觉灵敏的犬能辨别主人汽车喇叭的声音，即使相隔的距离还很远，它也绝不会将之与其他汽车的喇叭声相混淆，除非那喇叭是相同的。如果我们稍稍研究鹧鸪的听觉，会更了解动物的行为。幼小的鹧鸪绝对服从双亲的呼唤，但我们却不能以为它起初就知道它蜷伏不动是为了什么。它的神经与肌肉的系统天生（我们所谓的遗传）对于某种特定的声音便会作出这样的反应。我们切不可以为这是由于它的聪颖或智慧，因为这样的看法是不对的。它有这种现成的禀赋，不用学习，这便是本能的奇异与神秘之处。

至于别的感觉，鸟纲所具有的都不怎么好。覆盖着羽毛的动物的触觉是不会敏锐的，它们长成之后，触觉便消失了。但有的时候，有些鸟类以喙触物，或在吃食的时候不先用眼睛看而先用喙感触，那么它们的喙的感觉是非常敏锐的。譬如鹬鸟在林中的湿土里掘食蚯蚓，它的喙的尖端富有神经末梢，这种鸟对于它看不到的食物（如土中的）是用触觉来感知的。

鸟的味觉不怎么发达，因为它吃东西时往往是不经咀嚼就下咽。但据我们所知，鸡雏不久便学会了避开味道差的毛毛虫不吃，而饥饿的小鸭在试过一次之后，也会拒吃皮肤含毒的小蛙。

对于鸟的嗅觉，我们知道得非常少，如黑鸟、鹊及数种夜行的鸟。关于鸟的别的感觉——冷热、压力及平衡——我们知道得也很少。有些动物学家以为候鸟受到“一种磁力的引导”，所以才能长征远徙

而绝不迷途，但一切想证明这种磁力存在的尝试都完全失败了。我们知道候鸟在热带地区过冬之后，仍能回到北方的繁殖地，但它用了何种方法，我们迄今仍没有发现，说它拥有“一种方向的感觉”也是没有确证的。总之，鸟的生活中最重要的是视觉与听觉。

鸟的行为

如果一个小孩子练习骑自行车，第一次试骑便能成功，这应该可以称作是一种先天的才能或本能。具有这种禀赋的人类是很少的，但在鸟类中这却非常常见。幼小的黑凫第一次被推入水时就能游泳，并且大部分的水鸟都能这样。有时候它能够游得很好，但似乎并不是天生就喜欢水。这在水鸫或河乌（一种与鹪同族的鸟）身上，表现得尤为明显，它不是天生就会进到水中的。小鸟似乎需要被推入水中，才能发觉自己具有的本能。有些栖于绝壁上的鸟，如海鸠，它的生产地也许在离海面两三百英尺高的岩石上，它第一次进入水中，必须由它的双亲诱引或强迫才能完成，有时候双亲帮助幼雏下水，有时候也许会加以教导。母凤头　会先把幼子背在背上游泳，然后潜到水面下，使它稳稳地浮在水上。

一只鸟与一只蜂的行为之间有巨大区别，在于鸟缺少天然的（或本能的）禀赋，而有较强的学习能力。我们曾经提到过它游泳的天赋，在飞翔与潜水、啄食与抓掘、蜷伏与隐匿方面大致都是这样。但除了这些能力之外，小鸟全都依赖后天的“学习”。摩根教授在观察他实验室中孵化的小鸡时发现，小鸡在跑出户外时，绝不会注意母亲那咯咯的呼声。后来它渴了，愿意从一个蘸水的指尖上取饮，但绝不知道水是可以解渴的，就是在走过水盆时也不会在意。只是它偶然啄自己立在水盆中的足趾时，才知道水是它所要的东西。那时候它才举喙仰头而饮，一如我们平常所见到的样子。后来，那些没有常识的小鸡把红色的毛丝放进了嘴里，似乎将之误认为蠕虫而咽下，显然它缺少了母亲的教导！但我们应注意的一点是，它虽然犯了错误，却并不会持续地犯下去。它误食红毛丝或无味的毛毛虫只不过一两次罢了，它学习的速度非常快。

正如脊椎动物所共同具有的能力一样，鸟类常常能很快地将某一所见之物或所听之声与某一相关的动作联系在一起。摩根教授为了使

他的松鸡快乐，经常用挖掘出的蚯蚓来喂它。不久，当看见教授拿着铲的时候，它便从远处奔过去跟随着他。我们不必猜想它曾经对自己说：“他手中拿了那用具了，这是替我掘蠕虫的。”但在这只鸟的心中，它已经将这把铲子与一种快乐的经验联系在一起了。

利用这种联想的能力，便能训练鸟类表演一些小小的技术动作。雀、牛鸟甚至是鸡雏都能学会辨别卡片上清楚的记号，如果给予它某一暗示的话，它还会把一张特定的卡片从其他卡片中选出来。唐纳德讲到他见到的印度织巢鸟时，写道：“我利用它出奇的智慧和喜欢深究所看见的东西并将其衔在口中的天然嗜好，教给它操作的技艺。它是一个极会学习的学生，如果和善、耐心地教它的话，在一个月之内，它就能够从许多卡片中选出特别指定的卡片。它会在一枚投掷到井中的铜币沉没到水中之前，将其叼住并且带回来。它的技能有些似乎是令人难以置信的，可是这些技能的任何一种，它都可以在两天之内学会。训练中第一个最重要的步骤，就是教会它伸掌表示‘食物’，而握拳则表示‘没有’。一切事情都依靠它第一次所学会的这个秘诀，其余都是简单的。织巢鸟脑子比较发达，它是一位聪明的造巢者，它的动作非常敏捷。因为有这些禀赋以及在心中将事物迅速联系起来的能力，所以它能够学会种种技能。”



博物学者常用迷宫——与在汉普顿的那个相似，不过更为简单一些——来测验动物。雀、椋鸟及鸽对于这种试验均能学会。至少在一个月之内，我们再次试验成年鸽子的话，它仍然不会忘记。

鸟类的许多生活状态是不同种类行为的混合物，我们已经试过怎样分辨这些不同行为的种类。让我们来举一个例子。有些幼小的啄木鸟在啄破枞果而食其籽的行为中，已显示出出奇的巧妙。我们也许乍看便以为这是本能，与黑凫初次下水就能游泳一样。又或许是出于了解这个问题的目的，我们把它当作一种奇异的智慧。这两种对于啄木鸟行为的看法都不是全无理由的，但这两种看法都不正确。因为我们发现，最初雌鸟把枞果籽带给它的小鸟，然后给小鸟半破的枞果，最后才把整个枞果给小鸟。雌鸟与小鸟的教与学之间有一个循序渐进的过程。

白嘴鸦的故事

大家都承认白嘴鸦与鹦鹉是最聪明的鸟，它们以爱好群居与喜欢谈话而著称。它们都有很发达的脑子，这也许是使它们有群居习惯的原因。但另一方面，白嘴鸦的同族，如乌鸦与渡鸦虽然也有很发达的脑子，却是独居的。除了寒鸦外，白嘴鸦欧洲的同族都是独居者。大概白嘴鸦与鸦之间的性情是不同的。

白嘴鸦的故事开始于2月份，因为这正是交尾之期。雄性会得意扬扬地在雌性之前鞠躬，而且伸展着它的翅膀与尾巴。并且依照怀特所见："白嘴鸦在交尾期，因为心中欢乐，有时会试着歌唱，但不会有太大的成功。"它们在其他的季节感到欢乐的时候，那得意扬扬的鞠躬与歌唱也会表现出来，但在交尾期最为显著。有时候它们之间还有种有趣的礼节：雄鸟给它喜爱的雌鸟一种小礼物——一口美味之物或别的东西——如果雌鸟也喜欢雄鸟，它便接受并表示感谢。两只白嘴鸦似乎是终生同居的，但每年必有这一种求爱的举动。

3月初，天气尚冷，白嘴鸦开始准备建造新巢。有时候它们将用过的重新利用，但会加以整理清洁。它们常常因为一些小枝而起争执，如果可能的话，到了某一时期它们便会互相窃取。不过，一只鸦从无

叶的树上折取小枝时，另一只鸦便会为它望风。隔一会儿，换望风者去折枝，而折枝者为它望风。除了使用这些柔韧的小枝外，它们还会另外添加一些土和黏土，巢内铺上草和树叶、羽毛和羊毛，使之变得非常舒服。一棵树上往往有十几个巢，也有时多达30个巢。如果那树枝折断了，或有折断的迹象时，它便离开这棵树。在营巢期内，白嘴鸦每天晚上回到它的栖宿处，这些地方与它的群聚处或出生处相隔非常远，但产卵开始之后，即在3月底的时候，它便不再回到栖宿处了。

每巢中所生的卵有3～5枚，雌鸦紧贴着孵着，有时雄鸦也会替代一会儿。各巢的卵的颜色是不同的，这些不同点大概是由于食物不同所造成的。不过，卵虽然颜色不同，但均完好无损，因此颜色的差异是没有太大关系的。不管其中有卵无卵，它们的巢总是很引人注目的。在大多数敌人面前，白嘴鸦的卵都可以保全，但被乌鸦所损害的的确也不少。乌鸦是很成功的强盗。白嘴鸦会任由乌鸦侵袭，这似乎是一件很奇怪的事情。不过，它们都不是善斗者。大概它们的性格中有些弱点，所以它们喜欢群居。

卵孵化后，双亲非常的忙碌，因为小鸟的食量很大。它们喂自己的孩子蛴螬、线虫及其他幼虫，因此每年在这个时候白嘴鸦都替农人做了不少的工作。在最初的几天，雄鸦把觅得的食物交给雌鸦，雌鸦则用来喂养孩子；稍后，双亲均能直接喂养孩子，但母亲喂的东西似乎更受欢迎——这是什么原因呢？我们目前还不知道。

关于白嘴鸦的应说的话很多，从我们的观点而论，第一，白嘴鸦是很美丽的。它那光滑的黑羽毛在日光中反射出蓝色、紫色、堇菜色及绿色。正与大多数奋斗的动物相同，白嘴鸦的身体有美丽的曲线，好像快艇造就的流线一样。沿喙的白色，在黑色的对比下，反衬出它的头部，是极美观的。在第一次生日之后，下颌与鼻孔旁的刚毛便消失了。拉马克派说这是由于挖掘土中的蛴螬等虫而擦脱的，其实这是一种体质上的特点，因为不掘土的鸟也有这样的。这是一种成熟的记号。就是在稍远的距离，我们也可以从那喙边的白色，分辨出一只离群的白嘴鸦和一只习惯于独居的鸦。

第二，白嘴鸦善于飞翔，它们拍翅时好像在稳健地驾驶一艘船，比我们所料想的要快得多。我们经常计算白嘴鸦飞过3英里外幽谷的高壁的时间，如果我们观察无误的话，则其每分钟大约飞行1英里。

除了普通的飞翔外，还有雄鸦在求偶时所表演的直坠式飞翔。白嘴鸦高兴的时候还会在空中跳跃，这是它们在嬉戏，没有其他的意义。而白嘴鸦半合双翼突然降落在它们栖宿处的技能是其他鸟所不能企及的。

无疑，白嘴鸦是群居的鸟，它喜欢与其同族住在一起；它与寒鸦交好；它似乎喜欢把人类当作自己的邻居，因为大多数白嘴鸦的聚居处总是在人类房屋的附近。但白嘴鸦虽然是欧洲鸟纲中最会群居的鸟，它在合群性方面并没有太大的发展。我们的意思是说，它虽然终年群居，但在合作行动方面却很少发展。这一点只要看它忍受乌鸦和其他掠夺者的蹂躏便可以知道。如果白嘴鸦稍有组织，这种侵掠是很容易制止的，可是它有时竟然放任聚居处全部被捣毁。白嘴鸦是否真的设有哨兵，它的“议会”是否商议它的迁徙，目前却还是一个疑问。白嘴鸦偶尔会挺身而斗，可是极其少见，我们认为它是教友会派的教徒——一个善良和气的、无抵抗的信徒。因此它的近亲，除了寒鸦外，大都是独居者，不过它却有喜欢群居的气质，它会说：“群则安。”它是非常喜欢聚在一起交谈的。

有一件奇异的事我们可以相信，白嘴鸦对于同类是富有同情心的，因为它们中的一只如果被枪打伤或打死，它们往往会持续不断地飞近它。虽然它们讨厌看见枪，但它们靠近其同类的冲动比恐惧心更强。它们还有一个几乎已经被我们忘掉的优点，那就是它们喜欢洗浴。它们如此喜欢洗浴，以至于有时候会用雪来代替水洗浴。

鹦鹉

凡属于鹦鹉科的鸟都是非常喜欢群居的，并且与白嘴鸦相同，非常喜欢谈话。鹦鹉大部分生活在热带，有着自己显而易见的特质，人们即使偶然看到它，也都知道它是鹦鹉，不会认错。有许多饲养的鹦鹉，小得像麻雀一般大，而大的金刚鹦鹉足足有3英尺长。在这许多明显的特质中，我们得首先提及它那短而强的喙，上半截与头骨连接处能够随意活动，长出下半截之后则向下弯曲，最适于破壳而吃果实，在攀登高处时也是极其有用的。舌大而多肉，可以用以取得食物，运送到口中。第一及第四趾向后，而第二及第三趾向前，非常适于紧握树枝。羽毛光亮，有许多鹦鹉的羽毛格外鲜艳夺目。有几种特殊的例

子，如折中鹦鹉，雄性是绿色，雌性则是红色。它们的色质是同样的，只有羽毛表面细微的组织是不同的，因此产生了对比。鹦鹉常常居住在森林中及草原上，它是严格的食草者——以花蕊、果实、种子及多汁的叶为食。最出奇的例子是新西兰岛的奇鹦，它在短时间内能学会撕去羊的肾部上的毛，从而剔出其中的肉。

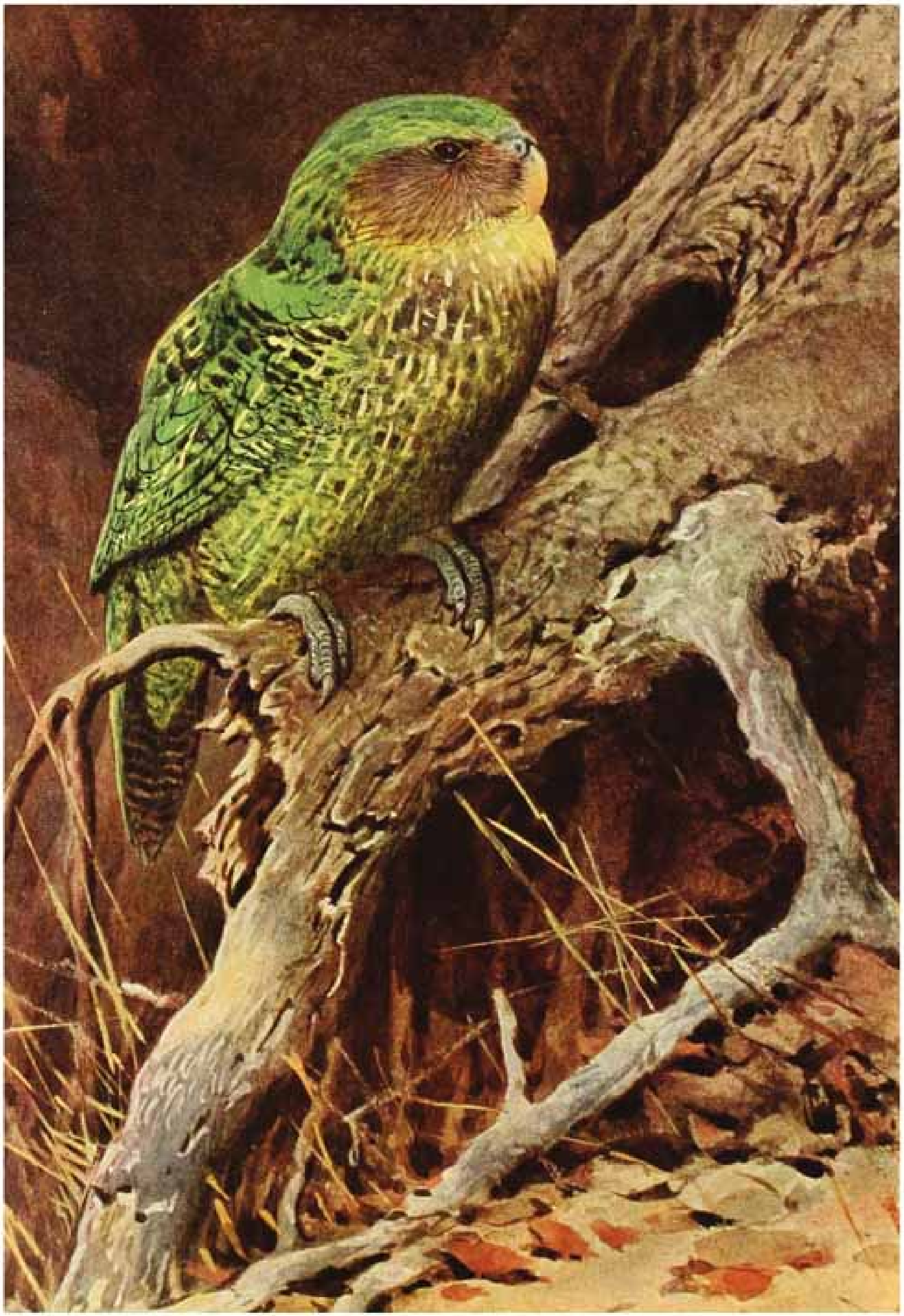
鹦鹉的声音大都很粗糙，但它的模仿能力却是出类拔萃的，只不过因种类及个性不同而有所不同，并且与聪慧程度也有关系。鹦鹉善说似乎暗示它的智商非常高，但实际上并不是这样的，因为人们训练它所说的字句，是为适合某种情境特地设置的。下面的一个故事是大英博物馆已故的鸟类学大家夏普先生说的。这个故事很有名，而且确有其事。“一位在曼彻斯特的朋友告诉作者说，英格兰的北部举办了一次鹦鹉展览会，比赛各只鹦鹉的说话能力，最佳者得奖。许多鹦鹉都展现了它们的能力，最后，在笼衣被掀开的时候，一只灰色的鹦鹉看见了它的同伴后，立刻说道：‘天哪，这么多的鹦鹉！’它因为这句话便立即得了头奖。”

鹦鹉有许多有趣的行为，我们仅能举出少数的例子。毕比在他的《鸟类》一书中讲，鹦鹉的足与趾有许多不同的用途，几乎与人手相似——如攀援、握住树枝、递物到口中、刺戳其邻人、整理羽毛——但不适于行走。鹦鹉在地上急欲取得某物时，总是蹒跚而前，姿态比较笨拙，并且往往会跌倒。它张着翅膀以帮助其前进，如同它早已消失的爬行动物祖先一样四足并行。

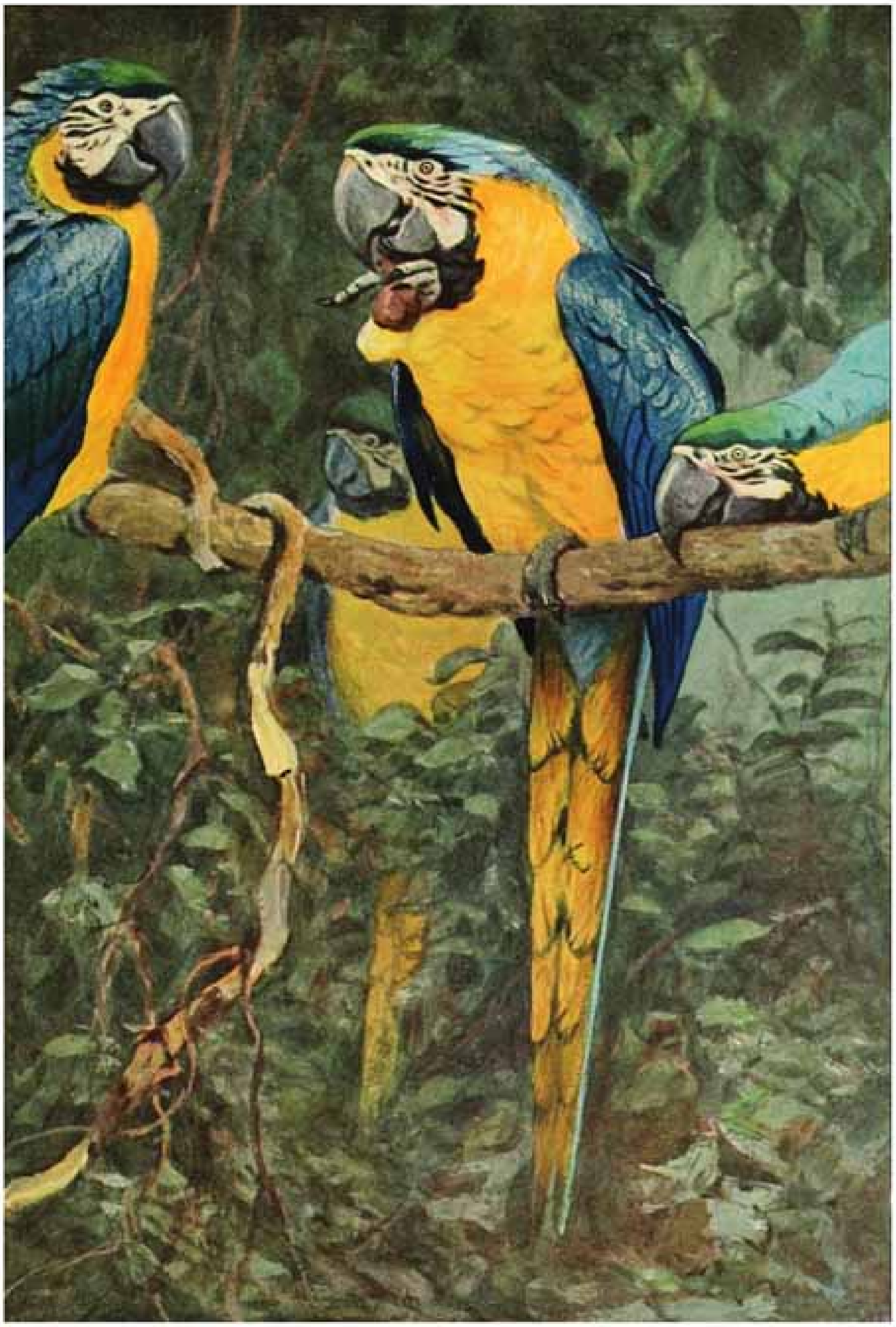
鹦鹉在树穴中产卵，这与鸮、啄木鸟相同，似乎表明它与后者有亲属关系。鹦鹉的卵是白色的，鹦鹉科中体形大的每次生产不过两三枚卵，树穴中非常安稳，成年的鹦鹉又善于守护其卵，所以不需要产太多。体形比普通鹦鹉小的长尾鹦有时产卵竟然达十几个，因为它不能保护其子，所以不得不多产若干枚。

鹦鹉是富于感情、极活泼的鸟。金斯利教授曾经讲到，动物园中的白鹦们没有固定的行为。“一会儿它用嘴与足静悄悄地在攀高，一会儿它极度紧张，每一根羽毛都耸立着，冠羽忽起忽伏，异常迅速。它不像前一刻钟那样唱着柔和的‘郭恰托’，而是开始狂呼惊叫，像是受了重大的刺激。但导致其发怒的理由往往非常小，或许仅仅是因为有些人的外貌或其装饰不合它的胃口而已。”

鹦鹉非常爱好嬉戏。最显著的是新西兰岛的鸮鹦鹉。它是穴居动物，已经失去了胸骨上的龙骨突，这是每一只飞鸟所应该具有的。赛斯写道：“它的嬉戏是特别不寻常的。它从室内的一角奔过来，用它的爪和喙捉住我的手，屡次在我的手上翻跟头，然后奔回到角落，重新再来，好像一只小猫一样。”它懂得滑稽，经常对猫或狗装作大怒的样子，继而又哗然大笑。



鸮鹦鹉

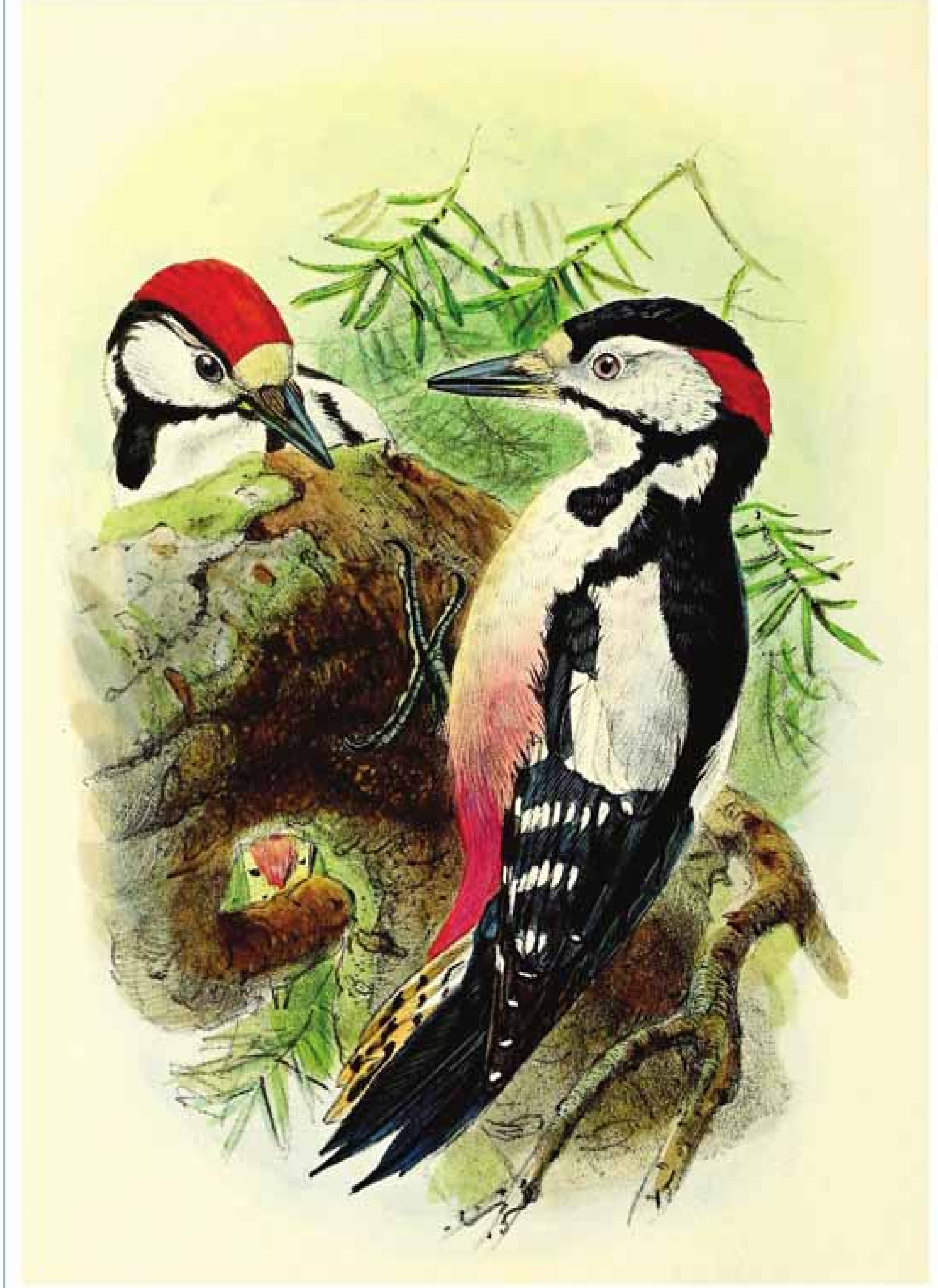


啄木鸟的生活状态

为了再次阐明鸟的生活状态，我们再来研究一下啄木鸟。啄木鸟有许多种，在有些地方，如北美及欧洲的林木茂盛的地方，非常常见。但我们即使听见它的啄木声，在树枝的下面细细地观看，却不一定能够找到它。啄木鸟是一种善于躲避的鸟，你在树的这一边寻找，它却躲避在树的另一边。

关于啄木鸟最明显的事实是，它们最适宜于树上的生活。它们的趾上有强有力的爪，而且它们的趾长得还很特别，其中两趾向前（第二及第三趾），而另外两趾向后（第一及第四趾）。不过，杜鹃、鸮及鹦鹉也是这样长的，这必定是数次独立的进化所形成的结果。其重要之处在于这样能够使它张得开足趾，牢牢地把握住树枝。就啄木鸟而言，这使它连续地跳跃而上升到树干上时非常稳妥，而且对于它用力地啄木也有帮助——这使得它非常容易地就能紧紧地握住树身。可是我们不能说得太绝对，因为啄木鸟也有只有三趾的，在欧洲及美洲都很常见。

另一种适应环境的特点是它有强有力的且很重要的尾羽，大多数都有刚硬的羽轴及坚甲羽。啄木鸟啄木时，尾羽的尖端支撑在树皮的凸凹面上，使它的身体紧贴着树身，不至于掉下来。尾羽所附的犁头骨异常的宽阔，恰好能够满足它的需要。喙呈尖锄形，而且坚固，正适宜于啄木之用。此外，与此有相互关系的，就是其强有力的头骨。我们知道，鸟类的手已经变成了翅膀，许多需用手做的事情，它们都用头骨来替代——足趾除外。因此，啄木鸟便把它的头骨当作工具一样来使用。头骨所做的事共计有三四种。它在树皮中寻找昆虫及其蛹时，就用喙使树皮飞散；它想要取得它所嗜好的糖汁时，就用喙在树上啄洞；它将槲实放置在石隙内，从而啄破以食用；它在树上啄个大孔，当作自己巢居之所——但这是雄鸟专门做的工作；最后，它在干燥的树枝上急速地啄木，发出声响，借以表达它的兴奋之情，或以此把消息告诉它的朋友。所以显而易见，它用自己的头骨来完成许多的事情。



大概最奇怪的要算它的舌头。它的舌头不仅长且细，尖端具有逆钩，此外还覆盖有一层黏质的唾液，捕食昆虫的时候非常便利。舌头的伸缩非常迅速，因为它的肌肉长得特别恰当。这种特别的设置在绿啄木鸟身上尤为明显——其舌头的肌肉连在两支长而弯曲的骨上，这两支骨角向后向上，经过气管的两侧，再继续向上向前，在两槽中沿着头骨的顶部向前，直至其末端达到鼻腔而止。讲到北美的金翼啄木鸟（俗称“急击者”，可谓名副其实），毕比说：“这种鸟伸出舌头时，其后面的尖端离开鼻腔，飞快地顶到头骨的上部，直到不能再前进才停止。”这样离开嘴巴的尖端有两三英寸，舌头缩入比伸出更加迅速，所以金翼啄木鸟如果遇到蚁群的话，那么群蚁很少有逃生的机会。造化总在推陈出新，我们从这些生物学的微小案例中都能看得出来。要知道绿啄木鸟身上这些特别长的舌骨角，在解剖上却相当于鱼的第三对鳃弓呢。它是由这种古老的东西所变化而成的，其作用之不同，真可谓竭尽变化之能事。

有几种啄木鸟比昆虫更喜欢树汁，但它们的舌头也只是像刷子一般而无逆钩。加利福尼亚的一种啄木鸟的食性非常有趣，里特教授及其他人曾经细心地研究过。槲实在树上成熟后，啄木鸟会把它们收集起来，塞在树穴中，或者把它们啄破吃掉，或者储藏起来以备粮食缺乏时之需。有时候，一棵树上有数百枚槲实被塞在适当的穴中或预先啄成的穴中。啄木鸟把槲实嵌入树隙并啄破而吃掉的习惯，因它预先建造树穴及大量储藏，表现得更加好。嵌入树穴的槲实有时多达数百枚，竟被弃置不用——这在其他有储藏行为的动物中也是很常见的，不足为怪。这些槲实有些已经腐烂了，有些就会变为松鼠及其他会攀援的鼠类的粮食。

会储藏的鸟类非常少，但在啄木鸟中存在这种行为也没有不合理之处，收获槲实也许是一种尚在试验期的本能的行为。我们常常误认为进化是已经过去的事，而不知道它此时此刻正在进行着呢！这一点在啄木鸟身上表现得尤为明显，因为它正显示出进化中的有机体是如何利用它柔弱的卷须寻求一些可以谋求生存的物体的。啄木鸟有吃虫的，有吃果的，有吸食树汁的，还有许多吃其他生物以生存的，它正在试验各种东西，一部分则已经认定什么是有益的，从而专门食用它们；但也有其他在食性上不安定的，好变换而且好试验，如加利福尼

亚的啄木鸟。构造上的一种变异，正如一副牌中的一张好牌，被那挤在“生存竞争”中的动物利用得很有成效，随后进化上的进步也随之而来。

从这一点看去，我们便容易了解那些好储藏的啄木鸟有时为什么要犯离奇的错误了。它没有借助智慧，也不会专心致志，不过是在服从其本能的冲动罢了，它储藏得成功与否在当时似乎与它并无重大关系。它犯过什么错呢？除了槲实之外，它有时也会储藏其他坚硬之物。如果藏的是坚果，也不能说它是自我欺骗。但我们对于它不储藏槲实，而往往储藏小石头作何解释呢？或许是因为本能的冲动依然带有某种盲目性。啄木鸟有时会把槲实投在无法取回的地方。帕克在关于洪都拉斯的一种啄木鸟的记述中写道：“我看见一棵中空的松树中间塞了直径6～8英寸、深度几乎有20英尺的槲实，都是从离地面20英尺高的洞口塞入的。”这种塞满着槲实的树并不罕见，所藏的槲实也许是几年来一直积下来的。啄木鸟储藏的本能还真的需要好好地进化呀！

谈到英国的啄木鸟，我们不得不赞美这些啄木鸟所造的巢。啄木鸟敲击树身，若发现树的中心是空的，它——往往是雄鸟——便从横边啄空，开一道门廊。它工作得非常快，木片堆积在地上；啄空数厘米之后，树心中形成了一个圆筒形的小室，大约深1英尺。小室的底面是一层木片，产在其中的卵大约5枚，光润洁白，甚为可观——白色的卵总产在黑暗的巢中。小鸟大约在5月份孵化，刚出生时没有毛且力气很弱，仅能在巢底跳跃。羽毛生长出来之后，雏鸟的形状类似刺猬，不久就有力爬至洞口，等待其父母喂它食物。大概腐烂的树木对于它的巢更加有益，但往往有臭气，而且一天比一天严重；细心的观察者会看见那小鸟们在树枝上栖息、整顿，准备飞行。

鸟类的飞翔

如果我们观察一只飞行中的鸟，可以看见那两翼开始是竖立在它背上的，如果是一只鸽子，我们还能听到它两翼振动拍打的声音；然后，两翼向前向下地挥动，稍微向后，而又重新再次向上，直至两翼相触或几乎相触而止。数百年来，人们往往把鸟的飞行比之于船的划动，一般来看这是对的，因为鸟在空气中划行，它的翼正等于船的桨。但有两大不同点应当注意——首先，船是漂浮的，而鸟必须继续

努力拍打两翼才不至于下坠；再者，桨的击拍中有很多向后的成分，飞鸟击拍中的向后的成分则极少。划船时，桨将大量的水推到后面，但在鸟的飞行中，两翼把空气推到下面和后面。

大概鸟平常的飞行可以比作游泳。击拍向下的部分是为了使游者浮起，而其向后的部分则是为了使其前进。但鸟翼向后的击拍，比我们以为的要少。飞翔中艰难的工作主要是使张开着的两翼向下压迫空气，因为鸟必须从它的身边驱走大量的空气。它之所以能浮空及前进，全靠空气的升力。翼大者每分钟击拍的次数较少，翼小者则必须急速地击拍。鹳每分钟击拍180次，乌鸦每分钟180～240次，凫540次，雀780次。但鸟在空气中已经达到某种速度时，需要的精力则是有所减少的。

一种常见的美观的飞翔是滑翔。有大翼的鸟，如海鸥，达到了某种速度之后，可以不必鼓翼。它伸着两翼滑翔着，有如斜下滑走，不必经过击拍。海鸥越过岩巅而飞向海中时，与一阵方向相逆的风相遇，便离开崖面而上升，它常常停止飞翔而开始滑翔，上升时与风筝是一样的。平常在没有遇到风的时候，滑翔便要中止，因为它失去了速度与高度。鸽子从鸽箱上飞下时是滑翔的，到地上时便快速停止。鹰从空中下落攫取小鸟时，会猝然而降，若未能捕获，则滑翔而起，毫不耽搁也毫不费力。有时候，总也不见鹰鼓动它的翼，虽然它已经离地飞起许多英尺了。

信天翁

信天翁是飞鸟中的巨人。它也许比一只鹅还要大，当它展开两翼时，自右翼的尖端到左翼的尖端的长度可达11.3英尺。除了吃得太饱时不能升高外，它是卓越的飞行健将。它可以毫不费力地盘旋翱翔，姿势绝对悠闲。它一年中半年为海鸟，在天空飞翔，其余时期则把时间用在孵卵和保护孩子的工作上。

在北方，黑眉信天翁最远出现在英国及加利福尼亚地区，还有其他的种类出现在北方的海洋中。但这一属是标准的南方鸟。阿房鸟，即《古舟子咏》中水手用弩射杀后围在颈上的那种，在极南的地区是很常见的。与大部分南方的海鸟相同，它是属于长翼海鸟一类的。它的专有名字是Diomedea exulans（被逐的英雄。狄俄墨得斯是特洛伊

战争中的英雄），让人想起那些被放逐者都变成了鸟（大概是海鸥）的故事。

大家都知道，信天翁是以乘风或翱翔——各种运动中最奇怪的一种——而著名的。弗劳德说：“（它）绕圈子盘旋着，老是绕着那条船——有时离船很远，有时疾掠而到跟前，好像一位本领超绝的溜冰者在一片无纤尘的冰面上滑翔。它似乎绝不用力，就是你十分密切地观察它，也绝对看不见它的大翼有一点击拍的动作。”这种翱翔飞行中，信天翁兜着椭圆的圈子绕船而行，在半小时内都不会击拍其翼，它所需的只是阵阵的微风。许多专家认为，信天翁是靠着不同高度中空气流动的速度不同，才能做到这样。顺风而飞时它飞得略低，但速度会加快，侧身盘旋时它逆风而起，速度减低，变运动力为位置力，这与近代滑翔机的原理差不多。

信天翁专门以游近水面的鱼为食，所以在暴风雨的时候它是很痛苦的。它不是严格意义上的潜水鸟，潜入水中的动作很笨拙，并且常常要在水面上奔走若干米之后，才能重新飞入空中。它很愉快地浮在水面上，脚大而有蹼，游水时是很有力的。因为它的食粮有时会断绝，所以在可以饱食时，它往往尽量吃饱，以备几日之需，吃饱的结果就是有时它飞不起来。

信天翁群居在岛上，有时在高处，有时在低处。在特里斯坦-达库尼亚群岛（位于大西洋南部的群岛）的信天翁，隐藏在离海面8000英尺的一个火山口，另一乐土是平常人不能接近的海岛山顶。有时候不幸得很，它的巢居之处极易被发现。譬如，在中太平洋莱桑岛，白信天翁的巢非常多，甚至于用空中吊运车来运取它的卵都是值得的。它的卵被装船运到蛋白厂或制糖厂。阿房鸟的卵大约有0.75磅重，极适于当早餐。

信天翁的巢有些特别，离地大约1英尺，顶部略凹，以凝结的土、草及苔做成巢底，周围如茶托，直径大约1.5英尺。黄嘴信天翁常被称为“笨鸥”，它的巢非常高，上面的边是倒悬的，好像一顶倒置着的高帽子，但其空凹处只有一个小浅碟的大小。这种高巢大概是为了适应信天翁的长翼，但在有些地方，这有使它的卵与巢远离潮湿之地的益处。

雌鸟非常勤劳地孵它的卵，雄鸟常常在雌鸟的旁边陪伴着它。如果有人走近它的巢，它会凶猛地龇嘴，发出很大的声音。如果强迫孵卵的雌鸟立起，那长约12.7厘米的大卵便会从那雌鸟两腿间皮肤的折层中滑出来，这皮肤的折层就是孵化时抱卵的地方。企鹅孵卵的情形与此相同，真所谓无独有偶。孵卵的时间非常长，大约要经过两个月，但这种观察所得的材料是不怎么靠得住的。在有些岛上，信天翁在10月飞来，3月末才离岛而去，大概雏鸟要随其双亲而出海。但也有记录说，它们会在岛上待数月之久。如果此言可信，那么可见它们的幼稚期特别长，可为日后彻底的海洋生活做准备。也因此可以知道，信天翁的成熟期是来得很慢的。

在生产的日子里，双亲的飞行生活大大减少。它们一摇一摆地在地面上行走，因此很容易被残忍的侵入者杀死。船夫们常把它们的翅骨做成烟杆，而把它们有蹼的足做成烟袋。幼鸟毛色灰暗，与其双亲有显著的差异，后者是全身白色而间以浪纹，只有翼上是黑褐色的。

信天翁的神情很高贵（不是柯勒律治称之为“虔敬”的那种），但其求爱行为是很滑稽的。莫斯里描写道：“雄鸟站在那栖于泥巢中的雌鸟旁边恳求着，它举着翼，伸着尾，昂着头，或把颈平伸着，忽低忽高地舞着，发出一种奇怪的叫声。雌鸟也报之以同样的声调，于是交相亲啄，看起来非常亲昵。自然，它们以为自己是在和鸣呢。人情的弱点全世界大抵是相同的。”

所以，综上所述，鸟类的飞行大概有三种：（1）平常的飞行，即在空气中鼓翼飞行；（2）滑翔，与滑翔机相似；（3）翱翔，这的确是不容易了解的。鹨在翱翔时两翼会极速地向上下扇动，但其间并没有向后的击拍。这可与立泳相比，并没有向后的运动。

鸟类的迁徙

迁徙的动物非常多，但以鸟类最为有名。这是因为它常常离开生长和巢居之地，而到一个饮食休息之处。这就好像潮水一般，春天潮从南方来，秋天潮从北方去。

凡住在英国等北温带内的人，到了冬天，所能看见的鸟的种类就比较少了。那里虽有许多麻雀、白嘴鸦、欧斑鸠等，但大多数的鸟类

都向南方寻找温和的去处了。它们到了春天还会回来，鸣声中充满了春意。这种迁徙现象在北半球是非常常见的。

不过，迁徙也有种种不同的等级。麻鹬仅在秋天从暴露的草原迁到近海边的低地上，燕子则离开英国而迁到非洲极南的过冬处。田凫在秋天从苏格兰的北部徙至爱尔兰的北部，这个地方在冬天要温暖得多；弗吉尼亚的鸻则从北方徙至中美。太平洋的黄金鸟常居住在它原住处2000英里之外的夏威夷群岛，经过那无际的海面，北飞至阿拉斯加，并且把孩子产在那里。

北温带中，鸟类可以根据其迁徙的不同而分为五组。（1）夏候鸟。它们春季前往夏季的驻所建巢，到了秋天再回到南方。属于这组的非常多，大部分是善鸣而食虫者，例如褐雨燕、杜鹃、夜莺及各种鸣禽。（2）冬候鸟。这组数量比较少，生于极靠北的地方，经常来英国等地寻找过冬的乐土。其中有欧洲小鸫及红翼燕，两者都是鸫的堂兄弟，但从不巢居在英国。还有雪鹀，偶尔会在苏格兰北部的山上建巢。许多北方的凫都属于这一组。（3）过路的时鸟。这组比较少，如大鹬、小鹬及部分矶鹞，它们去往更向南或更向北的地方时，会暂时栖止在英国的海岸上。（4）数量较多的半徙者。这种鸟并不是全部离开所居之地，有些徙至他处，而有些仍继续住着。在英国，没有哪一个月不见许多的田凫及金翅雀，可是有些田凫及金翅雀的确已经徙至他处。有时候某地的鸟向南迁移，而它们的地方则被来自更北的同类所占据。（5）严格意义上的长居鸟。它们绝不迁徙，如在英国的红松鸡、屋雀、河鸟及欧亚鸲等。

孵卵的鸟及巢中的幼鸟都不能忍耐炎热的阳光，所以迁徙的鸟常住在它们所能到的最冷的地方是很容易理解的。当然，有许多鸟习惯了长久居住在热带，但春天向北迁徙的鸟都是为了寻求一处阴凉的地方营巢。有些鸟在极远的北方寻找一个营巢的地方，因此人们很少能见到它们的卵，其中漂鹬的卵尤为罕见。

北半球到了春天时，会有许多向内地迁徙的鸟从南方及东南方过来。完全成年的雄鸟先到，它们——例如鸣禽——有时候会选择一棵树作为它们夏季所处区域的中心点，如果它们的配偶赞成这个地点的话。成年的雌鸟接踵而至，有的与雄鸟一起过来。最后来的是幼鸟，它们一两年之内还不会营巢。



沿着海岸线迁徙的各种鹬类

秋季迁徙的顺序通常与春季迁徙不同，有时候幼鸟会先行出发以赶赴长途之旅。至少有许多的幼鸟是未曾经历过这种长征的，杜鹃是一个显著的个例：老鸟离开其夏季所处的地方，要比幼鸟预备出发的时间早一个月或一个月以上。它们尽力地迁徙，没有任何事情可以阻挡它们前进，因为它们已把它们的责任交给小鸟的养父母，如草地鹨及篱笆间的麻雀，因为有些养父母并不是候鸟。似乎幼鸟们有时必须在没有援助的情况下，自己单独来往于南北方。它们是怎样到达未知

的目的地的呢？目前这是不容易理解的。老杜鹃急于南飞的另外一个理由是，它们嗜食的幼虫已经日渐稀少。

有些鸟秋季迁徙的行程拖得非常厉害，好像有些人会屡次说要走但并不马上走一样。它们群集在一处，试着飞走，而又重新住下。这与它们春季到来的情景不同，那时候它们似乎是很匆忙的。奥杜邦说：“美洲的禾雀在春季是在夜间飞行，到了秋季则在白天飞行。”

迁徙延续数千年之久，已经成为有规律的现象。据说，有些印度人即以某种鸟的到来当作月份的名称，古代有人曾评述鸟类这种有规律的运动：“天空中的鹳知道它规定的时间，雉鸠、鹤与燕都遵守它们到来的时间。”正如某些地区内的某种野生植物的开花期是十分固定的一样，候鸟的来去也是如此。在这两种例子中，生物的体质到了一年之中的特殊时间段，就开始不安定，但这是与四季交替变换相联系着的。日期之早晚是由某一年、某一处、某一种特殊的气候决定的，这与花的开放是一样的。

候鸟的奇异不仅在于它们按时迁徙，从不违背规律，还在于它们有时候会年复一年地回到生长的地方。以前，我们知道鹳是这样的，但最近有证据显示许多其他的鸟也是如此。要证明这种事实，必须在鸟类身上做某种不会弄错的记号，然后观察它明年是否回来。最稳妥的方法就是将一个铝质的轻环扣在鸟的足骨上，这环的断口处可开可合，在这环上印有号码或名称。如果环的大小选择合适，而又是在该鸟预备迁徙时——这个时候足骨已经完全长成——加上环对于该鸟的生活并无妨碍。有一只褐雨燕于1914年在艾尔郡加环，到了1918年重新到该地，四年中无疑已经到过非洲四次了，环上的地址与号码是十足的证据！同样，有一只燕于1912年在阿伯丁郡加环，下一年重新回来，不但在同一郡同一教区内，而且在同一座农场建筑物上，那里是它的出生地。当然，有许多鸟类在迁徙中找不到原来的路，尤其是在暴风雨的时候，但上面所显示的例子足以证明鸟类能够准确地循着故道而返回。候鸟有极其奇异的“归家”的能力，其性质与信鸽能从远处回到其主人家中的能力相同，那是毋庸置疑的。

秋天候鸟向南或向东南飞到何处？它们所循的路径是什么？要回答类似的问题，有两个主要的方法。第一个方法是从在灯塔上、灯船上、海岛上、山隘口上细心观察的人那里收集事实。因为那些观察者可以把他们亲眼所见的情形告诉你，比如在夏末的某一日期，他们看

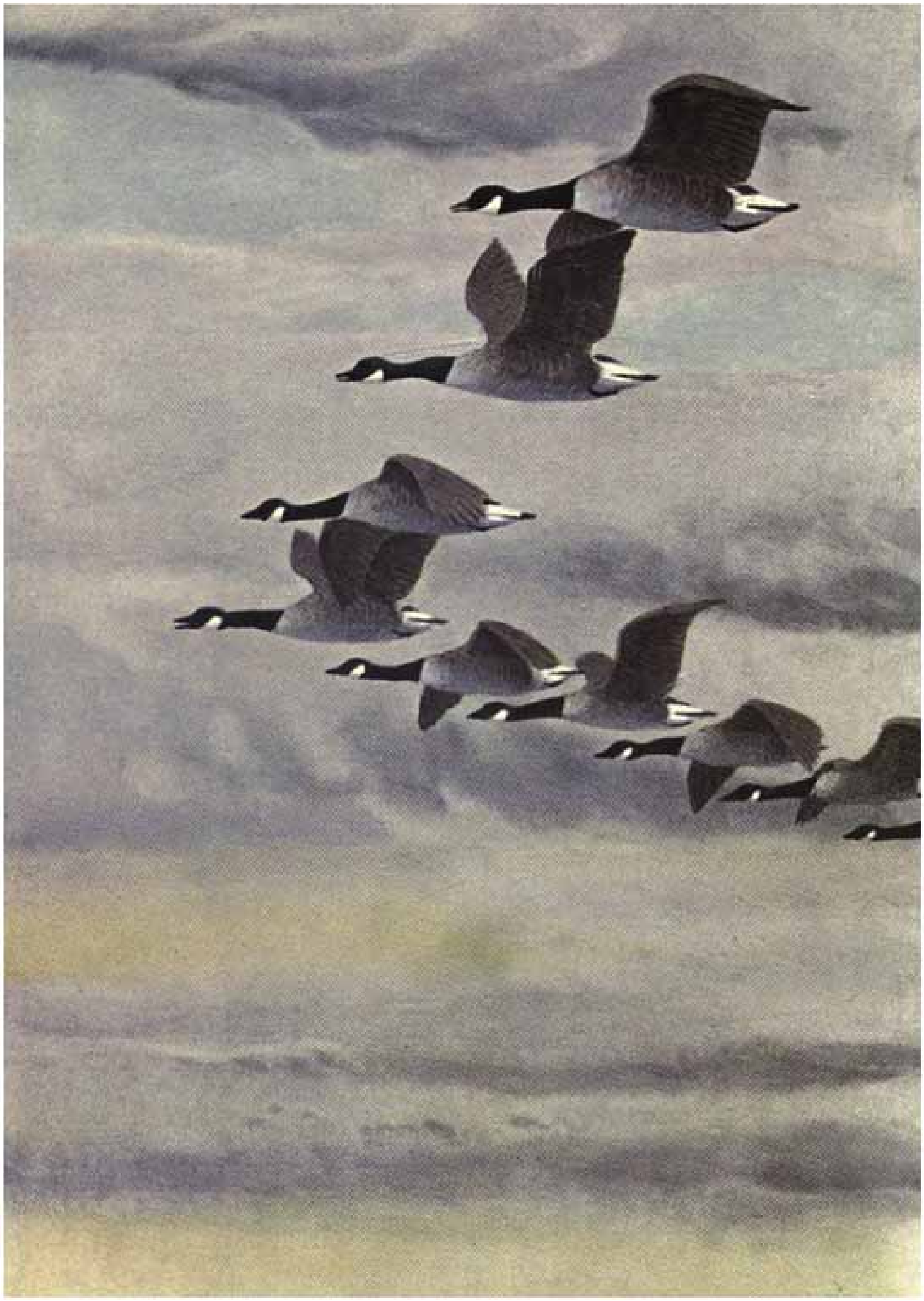
见一大群鸟飞向南方。关于春季及秋季的飞行，这样的素材现在已收集得很多了。另一个方法在前面已经提及过，即在鸟的足骨上扣一个铝环，环上标注有地址及号码。有少数这种有环的鸟会被人打死或捕获，捕获的人一般会按照环上的地址，回复信息说该鸟是在某处某日获得的。因此鸟在迁徙过程中经过的地方便可以渐渐地为人所知了。

临波罗的海的罗雪登有一个观鸟站，管理这里的是西奈曼博士。他在许多北日耳曼的鹳鸟的足上扣上铝环，捕获鹳鸟的人将其身上的环寄还给博士，并且附上捕获地方的地址及时间。譬如有一个环是从中非的乍得湖寄来的，他便在他预备的大地图上的该处做了一个记号；还有些环是从青尼罗河及巴苏陀兰寄过来的，他随后又在这两个地方加上记号。如此一来，渐渐地建立了一本可信的记录档案，从而了解到秋天北欧的鹳鸟飞行的路径：由北欧至埃及，沿尼罗河流域向南前进。其他的鸟也有这种记录，虽然这种方法还很幼稚，但北温带的鸟在夏季所处的地方及其所经过的路径已经渐渐地被人所掌握了。

且让我们来看几条欧洲的路径。许多的鸟在秋季聚集在波罗的海南岸，从此取道西行。其中还有若干队转向南行，沿着莱茵河、伦河两流域，越过地中海到达北非。其他的许多队继续向西，抵达黑尔戈兰岛休息一宿，到达英格兰南部，然后再沿着法斯兰港、西班牙、葡萄牙的海岸线而飞到地中海，继续前进而停留在北非。有些鸟是由北欧直接向南飞的，例如燕子。

许多鸟会聚集在东欧及中欧，飞到亚得里亚海沿任一海岸到意大利的南端，越过地中海由西西里到达突尼斯。其他的一群则聚集在匈牙利、奥地利及南日耳曼地区，飞过阿尔卑斯的南部，越过意大利北部，沿着波河流域，从法兰西、西班牙的海岸线向南，或由科西嘉及撒迪尼亚越过地中海向南，或由巴利阿里群岛向南，从而抵达北非。

我们不要以为迁徙的路径是永远固定而绝无变化的。依照我们现有的少量知识来判断，它们的路径是极丰富的。同类的鸟虽然来自同一产地，却可以到各个不同的地方过冬，所取的路径往往是迂回曲折的，而且不同的鸟之间也有巨大的差异，有些鸟比其亲族或同类飞得更远。所以我们称为它们“目的地”的地点，多半是由它们能飞多久而决定的。在秋天，有些鸟到了地中海的岸边便停止了，而其同族则再向南飞而停留在非洲的内部，所以在迁徙中路径的伸缩性是很大的。



迁徙中的加拿大雁

在夏季所居住与冬季所居住的两个家之间来来往往是怎样开始的？大概这个难题的答案，可以从一时一地的气候变动中寻找到一部分。我们知道，北欧曾经有过一段长时间的比现在温和的气候。例如，北欧有棕榈与木兰的残留物。在那些气候温和的时期，大概英国等处所有的鸟的名单要比现在长得多。那时候住在格陵兰或格林尼治对于鸟类而言是没有什么差异的。但气候一天一天地变冷，冰川时期到了。北方被一片冰雪所盖蔽，山上都是冰川。慢慢地冬天来临，大部分的鸟不得不飞向南方去。那些呆木迟钝、不识时势的都被淘汰了，中途迷途而不能到南方的也已全部灭绝，只有那聪明慧黠的鸟得以生存下来而延续其种族。

到了夏季冰融化后，它们又飞回山谷，大概去享受那些浆果与蚊蚋去了，正如现在每年夏天飞到斯堪的纳维亚北部的鸟一样。但情形越来越糟糕，譬如，英国几乎全部被深埋于冰雪之中。一切本来居住在英国的哺乳动物，如穴狮、穴熊、猛犸及毛犀，不是死亡就是被迫到南方去了。这样的冰川时代共有四次，其间有三次是比较温暖的间冰期。我们认为，现在有些候鸟很有可能是在那些远古时代学会迁徙这件事的。当然，我们不能设想那些鸟类是因为那可怕的冰块渐渐地逼近它们美满的家园，因而蹲下来苦苦思索。它们并不是为了躲避灾祸而迁徙，而是深思熟虑之后才从一种迟缓而不甚自觉的方式中开始，并逐渐形成这种习性。鸟类与大部分动物相同，会做试验，那些在秋季开始感到痛苦，而尝试向南飞行的便是成功的生存者。渐渐地这种试验成为某一种鸟的习性，而深深植根在它们身体当中。这似乎是很难理解的，但这几乎是可以确定的，鸟类并不能为了明天而打算。

我们不用说几十万年前的冰川时代了，只就我们现在所熟知的四季轮回而论。在一般的冬季，天气寒冷、气候恶劣、日照时间短促，果实、种子、昆虫、黑蛞蝓均极稀少。因此去抵挡或避免这冬天，对于许多动物来说都是一个极其困难的问题，而最彻底的解决办法便是迁徙。这是迁徙起源的一部分原因，我们只要看所谓“半迁徙”的鸟——它们并不是绝对需要迁徙却也会迁徙——便可以知道这种说法是正确的。

还有第三种看法。夏末的迁徙也许与每队鸟共用一个家园或两个家园的事实有关。嗷嗷待哺者甚多，而食物则日渐减少，于是有“人口”过剩的趋势，而迁徙便是一个解决的办法。总而言之，我们大概可以说鸟类是因气候的变动、寒冬的困苦及繁殖的过度而开始迁徙的。

研究人类的种族的学者，有时用“民俗习惯”这个名词来解释那一代一代传下来、并未成为一族的律例，也非深思结果的习俗。因此只喝牛奶而不饮其他的东西，或每年必定在某特定时间内移动，更换帷幕，也许是“民俗习惯”的缘故。鸟的年年迁徙也许可以称为“鸟的习惯”，不过它们是由于遗传一代一代地传下去，而不是由于习俗形成的。这就是说，迁徙的冲动与迁徙的能力乃是与生俱来的。当然，鸟可以从其邻居得到迁徙的暗示，也可以由其敏锐的感觉与灵敏的脑筋得到帮助，但总体来说，它们“在夜间变换了它们的季节”的成功是由天赋所带来的，而不是像成功的旅行家那样是取之于经验。

我们曾注意到笼居的鸟，人类虽竭尽心思使它安适，但到了迁徙的时期，它们总是表现出不安定的样子。这说明它们全身被一种例行的常规所束缚，而且这种不安定的神情是由那些不知有冬天且从未旅行过的笼中鸟所表现出来的。但这也不是否认鸟类的不安定有时是因为受到了其邻居的影响，因为这似乎是很确切的事。有一次，在实验室中用孵卵器养大了几只黑头鸥，目的是要试验它们离开父母、朋友的帮助，能够做些什么。我们便是它们的义父母，而它们却能自己成长得很好。例如，它们生下来后便能辨别什么对于它们是有益的。我们竟然不能诱使它们试吃纸或烟草等无用之物。讲到迁徙，我们所看见的是迁徙的时期到来时，小鸟们跃跃欲试，尝试飞行。当它们的同类准备离开阿伯丁，而飞向南方比较温暖的地方，经过实验室的上空从它们头上飞过时，它们是很关切的。我们认为同类的声影会触动幼鸥脑中的记忆和动机的机关，因此它们有一天将从它们一直喜欢待的园中飞了起来，跟着它们的同类向危险的长途旅行出发。

阿诺德有一首诗，是讲一只被捕获的鹳的，描写它在秋天看见其同类从它的头上飞过时，那种不安定的状态：

正如一只被顽童们所捕的鹳，

被系在庭院中，在秋天看见，

很多群的同类飞过它的头顶，

到那充满日光的比较暖的陆地和海岸上去，

它挣扎着要脱离它的被系处，和它们一同飞行，

跟着它们长鸣诉怨。

一只年幼的黑凫从巢中跌入水中时，便立刻游着走，因为水触发了它游泳的本能机关。但在候鸟的一生中，触发它的机关的是什么呢？我们刚才说到它的同类，但问题是它们为什么变得不安定呢？如果我们想到夏季结束时的情境，也许可以明了一部分的答案：食物一天天地减少，尤其是种子、果实、昆虫和蛞蝓；天也黑得更快，因此猎食的时间也就减少了；空气中开始含有肃杀之气，气候也寒暖不定。答案中比较难理解的一部分是：鸟体内的变动激发了它的记忆——比鸟的个体更久的记忆。体内的动机正和体外的刺激相同。无论如何，我们必须将“鸟类因怕严冬的到来而自言自语地说‘这是去的时候了’”这种谬解抛弃。这不能算是正当解释，只要记得长征的候鸟从没有经历过冬天。那诗人是没错的：“它们在一年中不知有冬。”再者，数千年来它们的祖先也从没有经受过冬天的滋味。

鸟在秋天所受到的外界暗示可以说是广泛的暗示，因为生活的境况渐渐不舒适了。但促使飞鸟决定离开其冬季所处的暖地，而向北长征的外界暗示究竟是什么，那可不是很容易回答的一个问题。大概其中所包括的是夏季的高热度、干旱及日光的照耀。

迁徙的鸟群在途中往往呈现减少的趋势，这是事实，我们不会看不到。有些鸟在风雨中飞过茫茫大海时迷失了道路。它们因盲目飞行而耗费了力气，最终沉入海中淹死了。我们在春天看到北飞的小鸟到了康沃尔（在英格兰的西南），有的似乎已经非常疲乏，让人想起丁尼生的诗句：

如一只疲倦的候鸟，

整夜在黑暗中飞行，

刚落身于陆地上，

投在地上便不能再动了。

有些鸟会被极寒冷的气候袭击而冻死，数百只地僵死在小镇的街道上；有些在夜间被灯塔所吸引而碰到玻璃窗上；还有别的则被老鹰或其他猛禽所捕获。凡此种种，都是事实，但大部分的迁徙者都能安然完成全部征程。它们到达了目的地，到了明年春天仍旧回到北方。但它们怎样能获知它们的路径呢？对此我们略有所知吗？

当然它们中有些是顺着海岸线、河流、山脉及连绵的岛屿而前进的。一个观察者曾经看见一连串的候鸟从大陆飞到最近的岛上——这是它们越海飞行的第一步，但如果岛屿被雾所遮掩而看不见的话，那么候鸟会沿着海岸线飞行。许多年前，在一个短短的秋日，我们在黑尔戈兰岛上游玩，很有兴致地看见飞来一群群的鸟，有的暂时休息，有的睡了一晚，然后继续它们的长征。后一群跟着前一群而来，好像后浪推前浪一般，但我们切不可因此认为鸟选择路途是全凭它们利用一切标志的能力。这不能算是答案的全部，因为许多鸟在黑夜中飞行，更有许多在茫茫无涯的海洋上飞行，就是在白天也有一些东西是看不见的。

墨西哥海湾口有一群小岛叫作“托尔图加斯”，其中一个岛名为鸟，是两种南方燕鸥的产地——一为乌燕鸥，一为北极燕鸥，它们不到更北的地方去。

两位研究动物行为的学者，沃森教授与拉什利博士，决心要弄明白燕鸥们在“回家”一事中到底做了些什么。在燕鸥营巢时，他们捕得强有力的燕鸥，做上记号，用油漆写明日期与号码，燕鸥的巢上也有同样的记号；然后把燕鸥放在有遮掩的笼内，带在船上；在选择好的地点，把它们放走，在船上时，不让燕鸥看见任何东西。但它们的营养补充得很好，它们吃的都是冰箱中的柳条鱼。

结果极奇异。有些燕鸥自得克萨斯的加尔维斯顿回到鸟岛，中间相距大概800英里。回来所费的时间不同，有的只有6天，有的却需12天。有3只乌燕鸥是在基韦斯特岛上放飞的，与原处相距仅65英里。它们在3小时45分钟之后，回到原处，大概在回巢之前用去一部分的时间于食场上。凡离原处600英里以上的燕鸥，回家所费的时间3～5日不等，但此时间绝不能说是由飞行速度决定的。

两只乌燕鸥和两只北极燕鸥被放在小轮船的单人卧室内，带到哈瓦那，在该港口内于7月11日早晨放飞。第二天它们就已经回到鸟岛上。两地相离大概108英里，但它们在古巴的海岸上白费掉了一部分时间。5只在哈特拉斯角放飞，其距离是到纽约的一半，至少有3只在短短几天内回到原处，行程大约850英里，“与乌鸦的速度相当”，但如果它们沿海岸线而飞，则所飞的路程可不止850英里。在这里我们必须要知道这些北方的水路是燕鸥所从未到过的，因为它们平常只到托尔图加斯群岛为止，不再北飞。

4只乌燕鸥和4只北极燕鸥被藏在有遮蔽的笼内，由加尔维斯顿的轮船带至离鸟岛461英里远的地方才放飞。其间大海茫茫，并无海岸线可见。轮船当然是向西行的，这8只鸟被放飞之后，除了一只外均向东飞。那西飞的一只继续飞到200码远的地方之后，突然转身向东，与其余7只采取一致的行动。它们在第一天遇到了强烈的逆风，但其中两只却平安地抵达故乡。有时候，它们并非这样顺利。6月4日，有11只鸟在加尔维斯顿港口被释放，离其故乡大约800英里；6月9日，观察者之一乘轮船回到鸟岛，看见其中一只燕鸥（一只有红色记号的乌燕鸥）栖息在海上的一片浮木上，离故乡大约有一半路——约在加尔维斯顿东面400英里——不幸因暴风雨来袭，不能安然回到故乡。

这些试验清清楚楚地证明，营巢的鸟有一种回家的动机，能在1287千米或以上的距离内觅路归家，经过的海面或海岸是以前它们所未到过的，并且在出发的途中也没发现它们是向何处去的。这种观察结果令人非常满意，但它也不能明白地告诉我们，问题中方向的感觉位置在何处。

因此，候鸟所表现出的觅路的能力大部分仍是一个谜。我们不知道它们是怎样顺利地到一个未知的目的地去的——换言之，在南方的冬季所住的地方，对于幼鸟而言是一个未知的地方。我们也不知道明年它们回到北方或最终回到它们的诞生地会是怎样的。对于这类谜，若去考察与其类似的事实，如有些人类及有些哺乳动物所表现出的克服万难从异地寻路回乡的能力，是很有用的。如果仔细研究信鸽，也许可以对平常的迁徙有所启示。不过，信鸽的成就大部分依赖于鸽种的选择及主人的耐心训练。起初，主人会教它们在较短的距离内归家，方向是常用同一方向的。那些不能训练的——常占很大的比例——则终止训练，善学的能在一年之后从离家200英里的地方觅路归

家。一只完全长成的信鸽常能往来于500英里之内，有的还有更好的记录。例如，有一只鸽在一天内的18.25小时飞了634英里，另一只（美洲的）在35.5小时的时间内飞了1010英里，夜间栖息的时间也包括在内。由此可见，距离越远，信鸽所费的时间就越多，但并不一定是照此比例而增加的，因此，两天的距离也许要费去它一周的时间。这即暗示它们寻求陆上的记号时，要花费很多的时间，而敏锐的视觉及对于地形的记忆力是有助于它们成功的。鸽不做夜间的飞行，遇雾则多少会受困，这种事实可以与上述的事实互相证明。它们在被放飞之后，往往飞升至极高处，兜一个圆圈，好像遇到阻碍而特行侦察一般。

我们知道，信鸽成功回家的固然多，然而失败的例子也非常多。在一次从罗马到德比（英格兰的郡名）的著名的飞行（距离约1000英里）中，放鸽106只，仅有2只能觅路回家，其中的1只花费了23天的时间。这显然证明，它们在发现记得的标志之前，是在各个方向作许多尝试飞行的。

北极的鸟类

在北冰洋生活的鸟类当中，如果不把年年回到峭壁与小岛上生产的鸟包括在内，那不能算是完全的。有少数的鸟终年居住在结冰的海岸上，好几个月内，食物很少，仅能勉强维持其生活。海鸥与管鼻鹱是在任何地方都可以生活的。

大群的鸟向北飞行开始于5月份，此时冰才刚刚融解。棉凫来得最晚，必须在连接小岛的冰完全融解之后，因为只有到这时候它们才不致被北极狐所掠食。它们环绕这些小岛，建成紧密的“殖民地”，在此长时间地养育大量的孩子。它们在岸滩上很容易得到丰富的食物，因为每次潮落的时候，泥滩上留下不少软体动物，足够海岸边的鸟吃饱。在水平线之上则无物可得，因为岩石已经被冰块摩擦得很光了。

北极海滨的特色就是岩栖鸟众多，这些游水者与潜水者的生活是依靠海洋自身而不是靠海滨的。不是每一个高岩或岩岛都适于栖息，它们必须选择肉食动物到达不了、烈风吹不到，而又光照充足的地方居住。只要是合乎这种条件的高岩或岩岛，就会迅速被大群的鸟占领，主要的鸟为刀嘴海雀、海鸠及小海雀。如果那里有穴可居，那么

善知鸟也会来居住。它们抓取小鱼、养育幼雏，终日不息。即使在月明之夜，大部分鸟的动作也不停息，因为鸟可以睡得很少。



幼鸟因为丰富的食物长得很快，虽有时会遇到许多意外的灾祸，如被贼鸥所掠食。到了8月份，幼鸟已经能和父母飞到稍暖的地方，在那里静静地休息过冬，以备回暖后北飞。短时间内充满爱情和劳作的生活，是它们一年生活中的顶点。

在北极的岛中特有的鸟是一种小海雀，与已绝种的大海雀为近属。这是一种极为有趣的鸟。在一个岩石的突出处，伸入深水的尖端，南面有遮盖的一面，有一个博物学家的座位，观察者坐在那里，好像已经成为岩石的一部分。在一个很暖和的冬天，我们有一次静静地坐在那儿好一会儿工夫，最后获得了回报。在我们的脚可触到的地方，来了一只小海雀，它徐徐地绕着石角游泳，好像一只水鸊鷉在池塘中划着。它是一只非常动人的鸟，羽毛分为黑白两色，非常清洁，身长不及6英寸，蹼足短尾，还有一对淡褐的眼。

这只“冰鸟”身体虽小，但精神颇勇猛。它习惯在北极的环境中生存，喜欢吃海中细小的甲壳类。幼鸟色黑，隐藏在斯匹次卑尔根群岛的岩穴中。它的父母为它搜集食物，两颊涂抹红色糨糊，那是海藻的碎片。它是活泼、好动而又多言的鸟，能够如善知鸟一样在水上飞行。有风暴的时候，我们在离海岸20英里的地方会发现死的小海雀，似乎由于慌忙，它们有时候会不管方向地乱飞。

潜鸟及其他

在12月的时候，到河口去观察鸟类，得到的乐趣是很少的。然而当潜鸟到场时，我们的乐趣便来了，它是在冬天里我们最盼望到来的鸟儿。虽非天天可见，但在好几个星期中它显然是可见的，因为气候恶劣时，它不到海中，所以常常能看见。它常常因为躲避大浪，到河口来休息。在风平浪静的河口，它可以猎取许多的鱼，海面上连续不断的暴风雨常把上层的鱼送到深水中，潜鸟就是要取也很困难。这确实是海鸟们遇到的最大危险，它们日常的食物竟会沉到不可至的深处去了。饿了两三天之后，它们变得瘦弱了，不能再抵挡海上的风雨。



红喉潜鸟

潜鸟是一种勇敢的鸟。在多风暴的北方水面上，它毫不在意，但它也喜欢在河口休息，这是让我们很快乐的事。它们中有许多会到内地的湖中去，在那里它们必能享受到冬季的真正休息，这也使我们很快乐。在河口更为常见的是红喉潜鸟，是一种较小而优雅的鸟——虽不及它大堂兄来得动人。

潜鸟的世系很遥远，是真正的古代生物。它的远祖是已经灭绝的大黄昏鸟，这是无翼有齿且脑很小的潜水鸟，长约5英尺，曾在数百万年前白垩纪的海上猎取鱼类。它的后足异常有力，在陆地上大概没什

么用处，但极适宜于迅速的游泳和深远的潜水。潜鸟就是其后裔，它是真正的鸟类活化石。

潜鸟的本领又能引起我们的重视。它游泳和潜水的本领是没有其他动物能超过的。它虽不能在陆上起飞，离水飞腾时也必须借助游泳或波浪的动力，两翼还要做急速的振拍，却能长时间地飞行，飞得很高很远。在空中，它的姿态很奇特，长而粗的颈伸在前面，两翼向后，运动极卖力。它的飞行令人想起已经灭绝的飞龙或翼手龙，无论如何，不像是近代式的。

它的潜水是一个极急促的筋斗，很少有人看得清楚它在做什么。它在空中做一个急速的转折后，头部径直地潜入水中。有力的足是游泳与潜水的重要工具，但它的两翼在水中也略有用处。在膝节处有奇异的向上突起骨，上面有极有力的肌肉附着，起到一种附加的杠杆作用，使游泳与潜水中的划拨更为有力。最有趣的是，这样的膝部组织在　与黄昏鸟中也存在，其意义也都相同。

潜鸟的力量在萨克斯比的故事中有所提及。在潜鸟的足上绑上一条绳索，它能拖动一只13英尺长的挪威松造的轻舟达数分钟之久，它也因此会稍微受点伤。但在暴风雨的时候，它在海面上的技术是非常有趣的。最奇怪的是它那慢慢地沉入水中的行为，与它急速的潜水正好相反。潜水时它好像一只沉没的船，直沉而下，一瞬间只有其头尚且可见；跟着便是真正的潜水，并且能在水下进行平常的决斗。它潜在水中的时间为两三分钟，但不能判定它是否每隔数秒钟都会将头伸到水面上来。

潜鸟是海鸟中最美丽的一种。背部呈黑色，间以四角形的白点，好像棋盘格的花纹，腹部是白的。喉部夏季为黑色，只有前面有两条横的白纹，中间间以黑纹。在冬季，前头是白的。自然，还有别的颜色，比如在繁殖期，它的黑色羽毛具有一种不可描摹的金属光泽，它的嘴是深蓝色的，另外还有黛青色的足及深红色的虹膜。雌雄间没什么分别，它们是同样美丽！

潜鸟是英国典型的冬候鸟，它也许是过路的候鸟，往更远的南方，如地中海，去寻它的冬季的居住地。到了春天，它重新又回到北方去。它从不在英国繁衍，也不在任何离冰洲近的地方繁殖。它真正的家乡在极远的北方——格陵兰，在出产兽皮的地方及亚洲北方的海

边。它的叫号声中具有北方的忧郁，至于它的歌声与恋爱时的呼唤声，不幸得很，我们都不曾听到过。它的巢往往筑在淡水湖的边上，因为它在陆上是非常笨拙的。巢中通常会有两枚微褐色的卵，孵卵期约一个月，雌雄鸟共同孵育。小鸟在出生数小时之后即可入水，它在游泳、潜水、捕鱼时所表现出的技术彰显了本能的力量。它在陆上行走时如蛙一般地跳跃，笨拙的程度比它的双亲更甚。这是很容易懂得的，因为幼小的动物常常会接近于祖先的作风。

鸟巢常筑在它所往来的最寒冷的地方。潜鸟筑巢于冰洲及格陵兰，小海雀筑巢于新地岛，雪鸦筑巢于同一地段以及法罗群岛（在北大西洋）、北斯堪的纳维亚与俄罗斯北部。确实，雪鸦偶尔也会筑巢于凯恩戈姆等处的碎石堆中，但这是一种例外。因此，正如秋季南飞的夏候鸟，上面所述的三种鸟（以及其他，如某些潜水的凫类）是北飞的夏候鸟，它们将我们的海滨作为可用的冬季居住地。

关于善知鸟



善知鸟

善知鸟是海雀科中的一员，海雀科包括小海雀、海鸥、刀嘴海雀及已绝灭的大海雀。它们的形状与举止均比较类似，适宜于海上生活，比起飞翔，它们更擅长游泳与潜水。它们并不是不会飞翔，但两翼短而且窄，大海雀的命运尤为不顺，导致其丧失了飞行能力。大部分的海鸟是黑白两色的，它们繁殖于峭壁与荒岛之上，可以无巢，主要的食物是鱼。它们都是北方的鸟，它们这一科是很值得我们了解与研究的。

善知鸟有一种特殊的可爱之处，虽然它的品性不如它的外表那样动人。关于潜水鸟类，汤森德博士给了我们第一手的写真：“善知鸟是

一种奇特的庄严与滑稽的混合物。它短而粗胖的颈，饰着一个黑领，它那严肃的脸及那张引人注目的大嘴，使人想起假面舞者的假鼻，它那光亮而呈橘红色的足与小腿，在靠近我们时会使人见了忍不住发笑。”（《美国国立博物馆公报》107页，1919年）仲夏时，在它的产地上，我们会看见千百成群的善知鸟，那实在是这世界上最令人快乐的美景。

它是很幸运的，它有许多的名称。如“海鹦鹉”，是因为它们的善鸣；如“犁头铁”，是因为它的形态似犁刀，这一目了然；至于称它为“汤密诺里”，那是含有亲密与嬉戏之意的；但我们最喜欢的是林奈所定的专名Fratercula Arc－tica，意思是“北方来的小兄弟”。谁都知道，善知鸟是我们海岸上的夏候鸟，4月或5月到来，数量很多，而且到各地方的日期年年都是很准的。它住过了繁殖期后，在8月末飞回它真正的家中（大概是在海中的）。在赫布里底群岛一处，据牛顿教授计算，在繁殖期内，该处的善知鸟大约有300万只。它天性淳朴，常常会惨遭毒手，结果世界各处的善知鸟数量骤减。古时候这种肥胖的鸟常被人们捉来吃，现在却不能以此为借口了。

善知鸟立在峭壁上远眺时，它好像是立在自己尾巴上，当然这是一种错觉。它也如别的鸟一样用足直立，只是它用奇异的方式行走时，不但其趾着地，其尾有时也触着地面。在直竖式的姿态中，其身体常倾向地面，像一只鸭子，它飞到峭壁上跳跃时，不但其趾，连其胫也会紧抵着岩石。它飞行的速度非常快，两只小翼拍得很急，呼呼作声，常兜大圈子，并做曲折的前进，降下而投入水中时，那橘红色的蹼足分开在身体的两旁。

去观察二三十只一群的善知鸟从高崖上降下，头下垂而翼向上，在空中扫过，以傻乎乎的样子进入海中，加入那已在海中舞动的鸟群中，那是很让人愉快的。“在海面上它奋力地划着，正像那些短颈的凫鸟，它们的橘红色小足清晰可见，它们的小尾耸起着与身体形成一个角度。”但善知鸟的行动中最有趣的大概是它在水下的“飞行”，它的两足拖在后面，正如它在空中飞行时一般。别的海鸟科的鸟也是这样，但有些在潜水时，是足与翼并用的。善知鸟的前进运动在水下游泳时与在飞行时大致相同，这似乎是很奇怪的，但我们记得陆上的哺乳动物跌入海中时，往往用它们行走的方法来游泳，不幸得很，这种方法对人类而言是不可行的。

还有一点是，善知鸟能在水面下“飞行”，这与南方的企鹅相同，但它们并无亲属的关系，河鸟或鷉凫也正开始这种同样的习惯。那些已经灭绝的黄昏鸟却并不如此，它是一种有齿的水鸟，约5英尺长，用有力的两足击水而游，翼几乎退化到没有了。如果没有迎面的逆风相助，善知鸟从水面上飞起来似乎是很不容易的，它必须在水面上扑腾一段距离，才能飞入空中。但到了空中后，它却飞得很好。

汤森德博士注意到一个极为有趣的点：“成群的善知鸟在空中打圈及侧飞，与其他海岸的鸟相似，时而显露其玄背，时而展现其白腹。”这是一个博物学上的显著证据，证明了解剖学家所说“海鸟与鸻有亲属关系”的那句话。它们的群飞相似，这几乎是它们习惯中唯一的相同点。它们的声音是很不相同的，善知鸟虽不是多话的，它的喉中作咯咯声、呜呜声、笑声及呻吟声。有一次我们隐藏在善知鸟居住的地方，这种声音我们听到得却很少。我们常常害怕提到它，如果不是塞鲁斯曾有过一次描写，我们对于它的声音现在还不敢谈及：“善知鸟的声调是极奇怪的——坟墓一样深沉，并且充满了极深沉的感情。还有一种声调常能听到，即一种既长且深，慢慢地起来的敬畏之声，其发音如严肃的告诫语，好像那鸟儿是在教坛上一般。”

善知鸟在初夏会到我们的海岸上，它在这里交尾繁殖，但最初的步骤是求爱。汤森德博士写道：“它们经常紧贴在一起游着，不太潜水，因为它们的注意力不在食物上。常常隔了好长时间，善知鸟独自在水上升起来，拍着它们的翅膀，好像要苏醒其脑力一般。然后两雄争斗，拍击它们的翼。同时，它们身旁的水泛起泡沫。还有两只鸟，大约是一对配偶，互相接吻，正如接吻的鸽子一般摇头动颈。又有数只把头昂起，伸喙向天，并不断这样重复着。”塞鲁斯说，虽然它们的嘴张着，但并无声音发出。口的内面是光亮的黄色，口腔的显露也许为求爱礼节的一种。在这个时期内，它们的喙最好看，色泽非常丰富。喙的颜色是发光的深红、铁青、橙色及白色的混合色，眼皮的边缘是非常明显的朱红色，而那发光的眼睛却是蓝黑色。如果照有些鸟类学家的意见说，喙的光彩是与求爱有关的，可是奇怪得很，两性的喙是同一样子的。

关于喙的最有趣味的一件事是，那光亮有色的外皮是每年都会蜕换的。善知鸟的其他种类也是如此，关系较远的鸟，如刀嘴海雀的嘴，也与之相似。皮壳蜕落之后，喙约减小了一半。眼的上下细小的

角质突起物也会年年蜕换。在第二年的繁殖期前，一切均恢复了原来的样子。难道是凹凸的皮壳（用以捉鱼及衔鱼的）因争斗而破坏，因此其更新的需求比别的鸟更加厉害？我们并不知道答案，但这特别之处，正如松鸡的蜕爪，让我们回想到爬行动物鳞的蜕换。鸟喙的角质包裹物，常由许多小片所形成（善知鸟的约9片），无疑是其爬行动物祖先的遗物，善知鸟每年蜕换喙是其谱系遗传的重新展示而已。

还有一个特点是关于产卵的。大部分的海鸟都在岩石上产卵，而善知鸟是穴居者，它自己掘穴或利用兔子的穴。穴的长度大约相当于我们人的一条胳臂——如果想证实这个说法，那么可以用臂探穴，不过要套上手套，以防善知鸟在内啄痛了手指。穴的成功建成大半是依靠雄鸟的力量，它用趾爪抓地，非常勤奋。一个穴也许有两个门，有时许多的穴互相通连。穴的尽处有一处简陋的巢，由干草造成，有时也有少许羽毛。巢内通常有一个卵，呈纯白色，偶有斑点。如果将善知鸟在暗处所生的白色卵与海鸥或刀嘴海雀在露天所生的卵的颜色进行比较的话，差异是非常显著的。我们怀疑，我们应该说暗藏的卵往往是白色的，还是白色的卵往往会暗藏呢？这仍然是一个划分拉马克派与达尔文派的问题。

雌雄两鸟都是能孵卵的，但雌鸟似乎更为勤奋。大约一个月之后，小鸟出壳，此后喂食的时间为4～5星期。老鸟喂自己孩子吃鱼类，鱼有两三英寸长，每次数条——最多一次8条，这些鱼都横衔在老鸟口中。鱼一条条地被喂出去，前面含住的鱼为什么不会落下，是很难解释的，大概两腭张开之后，舌及口中的有些棘刺仍能扣往口中的鱼不使其脱落。小鸟最初生的是长软而厚的绒毛，背部黑色，腹部白色，此后便渐渐代之以黑色与白色的羽毛。夏季过后，以往善知鸟会成千上万地群集在高岩上，现在却一只也不见了，小鸟们都已经随着父母到海中去了。

本特先生关于别的善知鸟有一册非常有趣的记录。在阿拉斯加与白令海有所谓的角海鹦，眼睛上长有肉瓣，形状很像极小的犁刀。在某些地方，角海鹦的隧道常有两个门口，一样用于出入没有什么区别，而其巢则常常在离崖面2~10英尺的地方。小鸟还不会飞时，老鸟就把它衔出巢。它的喙也可以用来攀高，因此角质小片会有损坏。它的近属有花魁鸟，繁殖于北太平洋的阿留申群岛，很受岛上的人们的欢迎，因为人们吃了一冬天的腌海豹之后，可以将花魁鸟作为食物，

换换口味。原住民用它的皮做轻暖的风帽，内层充以羽毛。它两颊呈白色，头上有流动的白羽，形似白发，所以有“海上老翁”之称。花魁鸟在水面下足翼并用，但它不喜欢潜水。它是非常好强的鸟，生活能力突出，能吃，有侵略性；它像一条狗一样善斗，要是不幸被它咬到，立即肉破见骨。它那个“小兄弟”的称呼实在是名不副实。

南极的鸟类

现在，我们从北极转到南极，会看到非常不同的情形。北极是陆地包围的大洋，南极则是一个大洲。这块大地终年覆盖冰雪，不长高等植物，只有少数的苔藓与地衣，其间藏伏着稀少的瘦小昆虫和无脊椎动物。昆虫既然不多，鸟类自然也不会多；没有草及开花的植物，也就没有食草动物；由于没有食草动物，所以也就没有捕食它们的肉食动物。因此，“在这550万平方英里的面积相当于欧澳两洲合并的大洲上，却没有一只哺乳动物”。

南极与北极的动植物生活是如此的不同，原因在于气候的差异。一年中在同样的纬度，其气候的变化速度是大致相同的。但在南极，冷暖的分别不太明显。冬天并不更冷，夏天也并不更暖，气候终年无大变化，很少达到植物能生长的温度。除此之外，寒风时时吹过来，阳光不能穿透云雾，所以南极洲为何一直荒凉、永为冰雪所封闭是不难理解的。

南极洲本身没有居住在陆上的鸟，只有一种鞘嘴鸥，是外来的候鸟。在夏季，海滨或峭壁上只要是冰雪融解的地方，便有无数成群的海鸟来居住。斯克阿鸥是南极的大贼鸥，常以其他鸟的卵或小鸟为食粮。鸥、燕鸥及一种鸬鹚也是常见的，但最多的是海燕及企鹅。

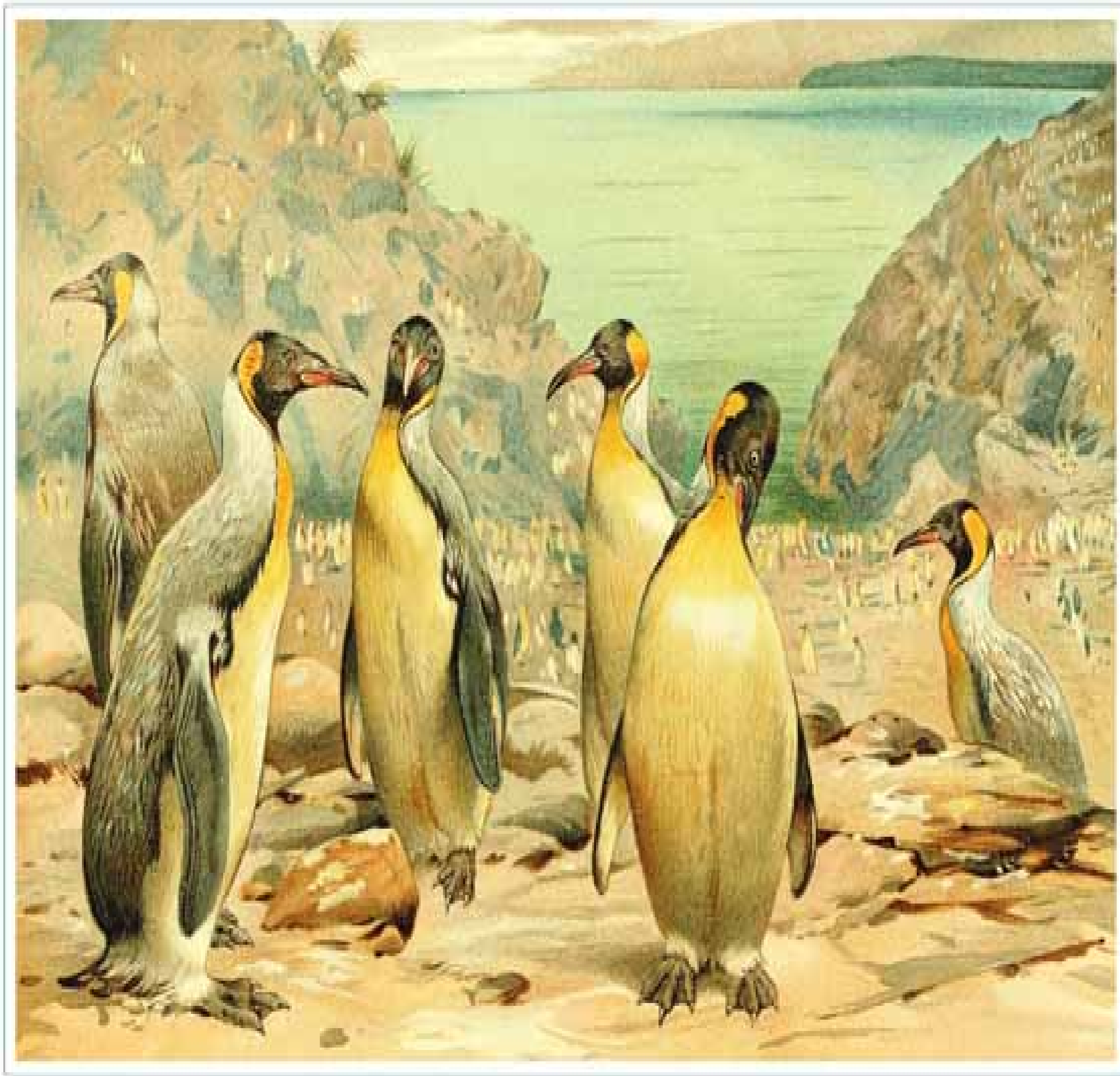
海燕有许多种，它的巢筑在峭壁的最高处。美丽而娇小的雪海燕居住在南极各地，初期的探险家常将雪海燕的巢穴当作他们已接近大冰堆的标记。巨海燕则被水手们称为“耐丽”或“臭鸟”，与它的大部分同科相似，也是一种标准的海鸟。它吃饭、休息、睡眠都在海上，只有到了繁殖期才在陆地上待几个星期。它们飞行能力非常强，常随捕鲸船飞行若干路程，以鲸的脂肪和废弃物为食。美丽硕大的土角鸽也是海燕的一种，常常在海岛的高崖上筑巢。

企鹅

南极的各种鸟中最特殊的便是企鹅，它与世界上任何一处的鸟都不相同。这一点千真万确——它的短翼、紧贴而有油光的黑白羽毛以及坐着时直竖的姿势，与海鸠、刀嘴海雀和其他北方的海鸟相似，但这些相似完全是表面的，它们构造的详情一点都不相似。

企鹅不太会飞，它的鳍状短翼只有在肩关节那里是活动的，上面满盖着小而似鳞的羽毛。它的短翼在游泳或潜水时会做旋转运动，如同船桨一般。

企鹅在陆地上非常笨拙，它腿上的皮直包到足部，身体上重下轻，因此行走蹒跚，样子好像肥胖的小孩，“每分钟走130步，每步约6英寸，每小时只走0.66英里”。屡屡扑开两翼，挺胸向前，它的翅膀好像在水中一样，两只脚如同推进器。“企鹅逃走时仓促的情形是任何动物所不及的。它伸长头颈，扇动两只翅膀，好像风车上的帆，身体忽左忽右，因足短而常常跌倒，而同时又急于前进不顾一切。全身笼罩着忧愁，屡跌屡起，好似带着大捆的东西。它侥幸逃走，是由于追者失声发笑放松了追赶，而不是真因为它走得很快。”



帝企鹅

在水中，它非常活泼。它用翼游泳，除在水面上，两足只作舵用。肺内充满了空气之后，它下水可潜到10英尺的深处追捕鱼类，在水面下就能吞咽它们。它回到水面后，将身侧向一旁，“在奇怪的嬉戏的欢乐气氛中，用上面的一只翅膀击水，急扭着前进，过了一会儿，侧向另一边，并以一只翅膀拨水”。

企鹅中最大的称为“帝企鹅”，重达80磅，直立时高达3.5～4英尺。其数目与分布地均比企鹅少，但在某些地方，帝企鹅的大繁殖区是年年可以看得见的。帝企鹅与别的企鹅不同，它在仲夏到其繁衍处，卵

是产在冰面上的。产卵后移置于宽松的皮肤所成的袋内，袋悬在身体最低处无毛的小片上，而盖藏在两足之间，生下小鸟后也是这样地保护它。雌鸟虽这样精心地保护孩子，但因严寒的气候，死亡率仍然很高。

蠢驴般的企鹅（这样称呼它是因为其叫声和驴一样）掘穴来放置卵，在人迹罕至的地方，穴的深度仅能容下其雏，或仅在一丛草下或一块悬石之下造一个小穴；但若在马尔维纳斯群岛，因容易被侵害，所以穴的隧道比较深，有深至地面10英尺以下的。它们怎样掘穴的，似乎还没有人考察过，但大概是嘴与足并用。那蠢驴般的企鹅自雏鸟孵出后，开始作驴鸣声，从日出到日落，永不休止，直到它离开这冬季处所之后。

特拉诺瓦探险队的利维克博士对企鹅的生殖情况有详细的记录。记录中也包括了黑颈鸥，这是小企鹅的一种，仅限于生活在这冰雪之地，不如其他种类分布较广。利维克的观察是在维多利亚地的阿代尔角进行的，企鹅到这地方大约是在10月中旬，最初只有两三只，稍后就有大群到来。到了10月底，这地方有七八十万只企鹅了。它安然地登陆之后，雌企鹅就寻找旧巢居住，或者另掘新穴，坐而守候。雄企鹅因长途跋涉，状态非常疲惫，不久便开始求偶。雌企鹅似乎是因疲乏还没恢复，在竞争者没出现之前不怎么对雄性特别注意。接着，两雄相争，挺胸进逼，以短翼互相疾击，雌鸟在旁边观战，稍微表现出一点关切。战斗似乎不太激烈，观察者虽偶见它们有流血，但从未见过斗死的雄企鹅。

战胜者为保护其巢穴和驱逐情敌，大概要花费3天时间。但到10月末，各企鹅都已经成对，开始享受家庭生活。雌雄都守在巢中，都没有食物，直至生卵之后，其中一只到海上寻食，数日后才归，携带食物以喂养其配偶。小企鹅出生后，老企鹅轮流守巢，并轮流到海上觅食。但因黑颈鸥筑巢的地方不在平坦的海岸上，而在高500～700英尺的石坡上，所以运输食物绝非易事。下来时比较容易，它们只要张着两翼滑下来，因为皮肤下脂肪甚厚，所以即使撞着岩石也不会受伤。但上来时那可不同了。“在哺育期内，这些山居者每24小时内要往返多次，从海上带许多的糠虾到巢内——对这体大而足短者来说这是很辛苦的，每次返巢须费两小时奋力爬登。”真的，有时候它会觉得力不从心，如果所携带的东西太重时，它没有到顶就已经力竭了，因此工作

所得的食物都会失去。携带食物的老鸟回到巢中时，张大其口，小鸟们便伸头至其口中取食。糠虾是它主要的食物，这是极普通的一种虾类的甲壳动物。

母企鹅很安静地住在巢中，但雄企鹅容易被外物所诱惑，而与其他雄企鹅争斗。这对于群居的地方损害比较大，伏卧着的雌企鹅常以各种方式发出劝告的呼声。可总体看来，企鹅的生活似乎还是很快活很成功的。

小企鹅长大后，老企鹅便到海上嬉戏，逗留得逐渐长久。它确实非常喜欢嬉戏，滑行，潜水，从水中跃起，群集在浮冰上任其流至他处，然后再落水游回原处，乘另一浮冰再流等，都是它所喜好的。那个时候小企鹅们聚集在那寄养的群中，由可靠的老企鹅负责防御贼鸥和保护小企鹅。嬉戏的老企鹅们也时时回到托儿所，给它们各自的小企鹅带食物。等到将要离开繁衍地时，它会整天地在冰上操练，每次数小时，举行有秩序的运动。这是它每年秋季北征到冬季栖居地的准备期，不久它就会离开此地，消失在风雪之中，到了春天便会重新出现在这里。

企鹅的生活有特别迷人的地方——它不能飞翔，它善于群居，它的母爱，它的嬉戏，它的游泳、潜水、爬高及滑行，它的向南迁徙而繁殖于南极洲上，它在大海中的冬季居处等都是。但最大的事实是，它冬夏两季所处的地方都是非常艰苦的，而它却能很好地适应。它虽然失去了飞行的能力——这种损失对于鸟纲是极为严重的，如大海雀便因此而绝灭——却能很有成效地维持其生命，如果人类不加以残忍的迫害，它的数量并不会急剧减少。这便是大自然生生不息的魔力，它目睹动物们在危险中生活，而在奋斗中成功。

海燕

海滩上被大风卷起飘来的东西中，我们有时会发现撞死的海燕。有一次，我们还遇到它的堂兄弟——叉尾海燕也遭到同样的命运。它的繁衍地一般位于苏格兰北面及西北的小岛上，秋季它从这里迁徙到大海中，在那里过冬。大概在迁徙时，有些海燕在暴风雨中迷了路，因此撞在岩石上惨死。它比其他任何鸟更不需要依赖陆地，除了它的巢穴。它难得到陆上来，最后常常死在海中。

它们有许多的名称，这些大海上的生物，娇小而美丽的蹼足鸟，最普遍的名称叫作“卡蕾老母的雏鸟”，这大概是说卡蕾老母是保护被风雨所侵袭的弱者的，她对冒险的海燕也很仁慈。至于“彼得尔”这个词大概是从圣彼得会在水面上行走而得来的。

海燕是一种暗黑色的鸟，尾端及翼下略有白羽，长仅5英寸，翅膀非常长，很像褐雨燕，极适宜于疾飞。它的足也很长，但意义我们尚且不怎么了解。它与信天翁、海鸥、管鼻鹱等类似，但与鸥不同（虽有表面的相似处），从下列各方面可以证明：它角质的嘴是由许多的小片所形成的（令人想到爬行动物的鳞甲）；两鼻孔扩张而成为一双外管；每次只产一个卵，略有少许红褐色的斑点；雏燕的绒毛极长，颜色是灰黑色的；另外还有许多较细小的特质。

海燕已经成为彻底的海鸟，除了营巢时期外，完全在海上生活。它也会飞到海角上，如燕一般掠食昆虫，但并不是一定如此的。平常它总贴近水面飞翔，它的蹼足时时触及水面，或用来划水，在水面上浮泳。它的食物为小鱼、甲壳动物、软体动物或其他的海上动物。在营巢时期，它的嗉囊里含着许多的油，如果吃到不好的东西，它会把油猛烈地呕吐出来。那种油也经常由老鸟（雌雄二者）喂给小鸟吃。一只被捕的海燕一个月中会完全靠嗉囊中的油质生活。这种鸟身体中的油质非常丰富，一些岛上的原住民会用灯草插入海燕的尸体，点了当灯火用，“（它）体中的脂肪慢慢地燃烧着，直到用完而后熄灭”。

海燕的巢实在不能算是巢，只不过是由若干干草铺成的一块小席而已。它每次只产一个卵（在苏格兰，大约生于6月末），生在岩石或碎石中，或生在兔穴中，或在它自己造的穴中。穴中有一股麝香味。孵卵似乎由雌雄二鸟分别进行，孵卵期大约5个星期。在这个时期我们看不见它飞来飞去，因为它只在黎明时飞翔一会儿。老鸟孵出小鸟后，白天似乎任由它独处，自己又重新到海上采集油质，用来做小鸟的晚餐。直到秋天，小鸟才能离开其穴，并保卫自己的身体。它的婴孩期是如此长，巢居处若不在隐蔽的地方是不行的。

无疑，海燕与一科古代的鸟同科，其谱系可以推溯到已经灭绝的白垩纪的有齿的潜鸟。像其近属一样，它已经习惯于其所处的地方，并能在海面上捕食海中的动物，以维持其种类了。它的亲属中有潜海燕，极似小海雀，它已经成为极熟练的潜水者，倏忽间潜入水中，在

水面下很快速地用翼游泳，出水时又从水面飞出——是利用任何可能性以维持其生存的一个显著例子。

大部分有机进化遵从如下规律：试验所有的事，选择其中好的而坚持下去。许多的动物都有依靠智慧和试验获得生存技能的特性，这使它们逃过了环境中一切困难的阻挠。至少，它们所得到的报酬是由创造而得以生存。

塘鹅

我们把塘鹅作为一种海上的鸟，因为它夏季的住处，如巴斯岩、艾尔萨岩、布雷塞岛等都是其繁衍之地，而不是它的家乡。少数老鸟也许冬天会留在原处，但大多数都迁徙到北大西洋的水面上。一部分到了地中海和墨西哥海湾。有趣的一点是，它现在共有15个繁衍处，其中6处是在英国的海岸边。塘鹅是英国鲣鸟科中唯一的代表，它与热带鸟、军舰鸟、鸬鹚、鹈鹕在血统关系上是近属，而与家鹅是无关的。

构造方面的特点可注意的是它那鼻孔合成为细孔的鼻、发育不全的舌、有蹼的四趾。其中一趾的爪子有梳样的锯齿，与欧夜鹰、鹭、麻鳽等相似，但有什么作用目前还未能充分了解。更有趣的是，它肩带的鸟喙骨是向前倾侧的，几乎与胸骨的轴成一条直线，这使它在急烈的潜水时容易忍耐水力的撞击。还有一个特点，大家也还未能充分地了解，那就是它皮肤下面有许多的气囊。它们与鸟类所特有的内部气囊组织有关，可以从肺脏方面使之充气或出气。它们成为一层空气的软褥，包裹在身体的大部分，如果把塘鹅的皮剥下，我们会发现这些气囊是很明显的。欧文爵士、麦吉利夫雷教授等很早就研究过它们，但其意义却不能十分确定。塘鹅在风雨交加的海面上漂浮时，它们可增加其浮力，也许会减少潜水时所受到的震动。我们还猜想，它们对于冬季在冷水中减少体温的损失会有些用处。我们必须知道它们是平常的气囊组织的扩充，但颇与人类气肿的病态相似。气肿是一种膨胀的现象，是由空气充入结缔组织而引起的。最后我们还要注意的是，同样的气囊表面扩大现象也见于犀鸟和叫鸭，但它们的习惯却与塘鹅完全不相同。

任何生物都是适应环境而生存的，塘鹅的长处我们尚未描述完全，但再讲一点就足够了——它的嘴长而有力，端部尖锐，嘴根有一排细而向后的锯齿，用以捕鱼再好不过了。

塘鹅是饥饿的鸟，不过不一定完全如此，但它除了偶然捕食枪乌贼外，很少吃其他的东西，却是事实。它喜食长成的鲱鱼及青花鱼等。它常搜寻鱼群，因为捕鱼比较容易。有时候，它咽下了难吃的鱼——如有刺的鲂鮄鱼——这对它是很有害的。奥杰尔维博士说，塘鹅也和有些海鸟一样，在风暴气候中会受很多的苦，因为那时的鱼都被驱赶到它所不能见也不能达到的地方去了。“在我看来，在环境舒适的时候，再没有比塘鹅更有生机、更快乐的鸟了。在困难的处境中，它冒着惨烈的东北风，在饥饿及疲乏中奋斗，最后力竭堕水，顺着潮水漂去，没有谁比它更可怜的了。”另一方面，除了人类外，塘鹅没有其他的敌人。它在巢边积聚了许多恶臭的鱼堆，也许是藏贮本能的开始。因为在长期的暴风雨中，如果没有藏贮食物，那么老鸟和小鸟都会被饿死。

塘鹅每年只产一卵，以延续其种族，可见它在生存竞争中是很安稳的。卵壳呈微绿的淡蓝色，表面色白而粗糙，经常带有斑点。它的巢是通过搜集海草及漂流来的货物做成的。孵卵的鸟将两只有蹼的足按在卵上，以后也是捧卵而孵的。孵卵期需要经过6个星期，这是一段极长的时间。塘鹅孵卵时不要轻易惊扰它，它可能用嘴刺你，但决不会离开卵而起来。之所以称塘鹅为蠢物，大概是由于塘鹅见人不产生反感情绪，这种鸟其实是不蠢的。

初出壳的塘鹅既盲且裸，颜色苍黑，但不久就会生出一层美丽的白绒毛。它被喂得极多，因此非常肥胖。身体不大活动，但这对于它是很有益的，因为下临大海的高岩边不是小鸟们试飞的地方。三个月后，小鸟能进行初次的入水，但它还不怎么愿意。这延长的喂食期对于老鸟们而言意味着很繁重的工作，但它们守巢及寻食是互相轮替的。最初，它给小鸟所准备的是半消化的鱼肉，有时吐出之后重新又咽下，小鸟就从老鸟张大的口中探头取食。后来，小鸟从老鸟的嗉囊中取食新鲜的鱼，取食时是把头及颈全部伸入老鸟的口中。小鸟第一次自己捕食一条鱼时，可以算是一个非常重要的日子。塘鹅三四年后

才会发育完全，随着长成而长出来的一层一层的羽毛显然可观。未长成者夹杂在已经长成者的中间，出现在生产处，它有得到种种暗示的机会，这在它本能的遗传之外，是有益的附加功能，因为即便是一只“蠢物”也是会学习的。

燕

大家都知道夏天到英国的有三种燕，依照它们来的时间先后顺序，分为崖沙燕、燕与毛脚燕，每年三者都会来度过一个夏天。崖沙燕是三者中体形最小、速度最快及活动最频繁的，背褐而腹白。一见便会知道，它在池塘及湖面上掠食小虫，筑巢于自己所掘的穴中。其穴有时深达1码，是由掘穿沙坑表面或河岸而形成。它的短嘴不像是掘穴的工具，它是用趾抓出松土的。掘穴的鸟并不怎么多。崖沙燕是一种欢乐而合群的生物，喜欢群集在地面的凹处或割裂处，也喜欢在空中飞翔，尤其在它离开了巢穴——不再对它有益时——之后，常集体居住在芦苇及绢柳中，殷勤地进行无谓的闲谈。

屋燕很容易辨认，它的臀部有光亮的白斑点，背部其余部分的颜色是深蓝色，腹部则是白色。柯克曼很巧妙地形容道，当屋燕在无波的湖面或河面上飞过时，“只有两个白点可见，一个点在空中疾驰而过，另一点则在下面，这是屋燕腹部在水面上的反映———对孪生的星便这样地疾逝了”。屋燕的小腿也是白色的，这也是它的特质。

无疑，屋燕的原始巢居处是在高岩上有遮蔽的地方，现在仍有许多的屋燕住在那里。因此我们知道它的巢为什么不像半只盘子般的燕巢，却像半只酒杯，除了顶上有小窗户外，其他地方都是密闭的。由半英寸厚凝固的泥土所构成的墙是渐渐地造成的，中间有一些草毛，并和以若干的唾液，里面铺的是羽毛及干草。远东有穴居习惯的金丝燕，其巢也是用唾液沾成的，中国人把它当作食品，做成珍贵的汤，因为是由唾液所形成，所以极易消化。巢形似半只盛糖的盆，若其连续两巢被采摘，则此鸟不得不依靠海草，因为它的唾液已经干竭了。金丝燕与燕是没有关系的，但后者也有大量的唾液，所以知道它是否也营巢，那是很有趣的。黏液最初的用处大概是束缚并围紧口中的小虫。屋燕每数分钟喂养一次它的孩子——每年2只——每次它把嘴伸入

小鸟的口中，递给它一团混杂的食物。大概每一个长长的夏天它喂给孩子的小虫至少会有1000只。



崖沙燕

燕是非常美丽的鸟，所以人们愿意给它一个更美的名称。这大概和它的张口无关，但“Hirondelle”一名似乎比“Swallow”更为贴切。雄燕的背部是铁青色，只有额部是栗色，分展的黑尾上有椭圆的白点，喉部也是栗色，胸部有黑纹，其余是淡黄色，尾下也是栗色。雌燕稍逊，然而也是很美丽的。但其美丽的色泽因其优美的动作而黯然失色——燕飞的艺术，完美无比，难怪希腊雅典娜女神有一次要变形为燕了。它的特色是其长翼，刚开始时覆雨羽非常长，罗斯金写道：“每一个翼羽可以说是羽毛所形成的最强镰刀，在范围之内可以屈曲，其边缘可以伸缩——附在羽干上——编列如一架风车上的帆——羽茎生根，而边缘互相覆盖。”尾巴分开的力度比屋燕与崖沙燕的更加大，只有空中的飞翔是全用长翼飞行的。

燕对于筑巢处的选择并不是很固执，不过它喜欢头上有遮盖的地方。我们可以说，它喜欢巢居于屋内，正如屋燕喜欢巢居于屋外。但在世上尚没有人类的居室之前，它们两者早已开始其营巢的生活了，所以生物学上的解释仅只是说，屋燕原是岩栖者，而燕则是穴栖者而已。燕喜欢筑巢于横支柱一类的东西之上，并且经常在屋顶或岩棚之下，借以避雨，它的巢是由凝合的泥土做成的，形状像半只盘子。它的营巢生活很舒适，也很快乐。

有些生在英国的飞鸟会尝试南飞到纳塔尔或开普殖民地——对于小鸟来说是一段很长的路程。我们看见它秋天暂时在一艘自开普敦向北行进的邮船上休息，过了一会儿重新又启程向南飞行。有记载确实证明过它有时候回到北方的出生地，甚至回到同一屋内的旧巢中。但要注意的是，如果它回来得早，它常常先在水边花费数日，不是立即飞近人家。这样它可以有时间去窥探临近的地方，而重新发现那旧居的烟囱！燕通常一年产2窝，每窝约5只，这似是为了补偿旅程中的死亡所必需的。我们想到燕的生命力，它的快乐，是许多年代残酷淘汰的结果，才大概弄懂了歌德所说的“死是得到丰富的生活的一种方法”这句话的意义。

麦穗鸟

还有一种春天到英国的夏候鸟，就是那永远受到欢迎的麦穗鸟。它在3月份开始从南方回来，此后一队又一队地陆续到来，一直到5月份结束。但最后一队似乎包括的种类较杂，如格陵兰的麦穗鸟，它只路过英国，要到非罗群岛冰洲及格陵兰才营巢栖息。我们的麦穗鸟是一只迎春鸟，是候鸟中最先回到老家的。

它是一只非常令人满意的鸟，无论是谁见了它那炫目的白臀都可以辨认出它，所以它也被称为“白臀鹟”。因为白臀鹟常被老鹰猎食，所以有些博物学家认为臀部的白色是用来转移敌人目标的，使其不被攻击到要害。但这也必定是招致危险的广告，我们认为它凭借藏匿于短树或穴中的机智以及突然疾飞的能力而保持安全。它常常不经意间从低地上飞起，在空中很敏捷地盘旋，一半是为了捕捉昆虫，一半是因为这种急骤的运动可以挫败它的敌人。但我们也不必皱着眉头去苦苦探索它那白臀的用处——大概唯一的意义是美丽。

它的巢常建在兔子窟或别的类似洞穴中，是用草围成的杯形物，组织颇松，加上兔皮、羊毛等。巢中藏着大约6枚淡青色的卵，常在5月份孵出小鸟。雄者帮助建巢，也参与孵卵。雌雄自身都是食虫动物，收集蜘蛛、飞蛾等以喂养其幼鸟，并且将食物藏匿得很好。它们常先将食物弄碎为肉酱，然后再用来喂养它的孩子。



杜鹃

杜鹃是一种令人费解的鸟——有许多的矛盾点。它几乎是唯一的不筑巢的鸟，虽然有些美洲的椋鸟也不筑巢，但一部分还是遵循旧习惯。有一种椋鸟连孵卵都规避，可是奇异得很，却利用它近亲的巢，这举动又的确属于筑巢与孵卵的本能。至于营冢鸟在发酵的植物所成的暖床中产卵，不能算是一种规避为亲的责任的行为。它们的幼鸟，因为它们预先安排得很好，能够在孵化之日爬到巢外，虽然不能飞，却能够行走自如。

在英国的鸟纲中，杜鹃还有一个独一无二的本领。成年的杜鹃在幼鸟尚未准备飞行之前的6周就离开海岸。其他的鸟都是幼鸟会飞后才去的。无疑，这奇异之处是因为成年的杜鹃专吃毛毛虫，没有这种食物时，它们不得不迁徙。它们的孩子则由受骗的继父母们所饲养。

雌鸟产卵的间隔期异常长，卵颇小，与鸟体大小不相称，雌杜鹃有许多的丈夫，因为大多数的杜鹃是雄的。幼鸟也有一种体质上的特异点，在幼稚期，它的触觉异常敏锐，如果它孵化处的巢主略微触及它背上的腰部，它便会突发痉挛，跳跃辗转——一个天生的自利者——并本能地从巢中驱逐出同居的其他鸟。幼杜鹃大概觉得鸟巢过窄，它的这种行为是扩张地盘的一种本能的举动。我们知道，有些小孩是不能忍受呵痒的，在继父母的巢中孵化的幼杜鹃就是这种怕触碰的动物。但据说，过了最初的11天后，那过分敏锐的触觉便消失了。

直到现在，鸟类学家一般都认为母杜鹃将卵产在地上，衔在口中，飞过篱笆或牧场等处，直至它找到一个适当的巢（篱雀或云雀的），它便把卵置于巢中，以后就再也不放在心上了。我们相信许多观察者都曾经见过杜鹃产卵于地上，然后衔于口中，把卵放置在别的鸟的巢中——大概是预先已经郑重地选定了这个巢，然后把卵放下去的。



亚伯丁大学博物馆中有著名的“范顿收藏”，所收集的是各种的卵，杜鹃的卵有来自麻雀巢中的、莺巢中的、旋木雀巢中的。这种巢都很小，它是绝不能在其中产卵的。在波美拉尼亚，杜鹃常借用鹪鹩的巢，我们不能想象杜鹃能在鹪鹩巢中产卵。因此，还有别的理由，我们相信琴纳说杜鹃产卵于地上而衔置于其他鸟的巢中的旧记录大致是没错的，因为大多数的例子都是这样。

鹧鸪

普通的鹧鸪与雉不同，它是英国的原住民，但其活动范围已扩充至乌拉山与西伯利亚。因此，它应当算作一种非常成功的鸟，我们想知道这其中的原因。

一个原因是它那晦暗的色泽在已耕的田或已割的稻秆中是不大明显的。它的羽毛既美丽又足以起到保护作用，大部分的颜色是灰褐色的，但有黑纹及栗色与淡黄色，头部及喉部有大块的栗色，而胸部则有新月形的酱色。它那色泽的精巧是值得研究的。我们会发现个体间颇有许多的差异点，这足见鹧鸪在生存竞争中已立足得很稳固了。一种生物的生存如果没有稳固的话，则凡无益的颜色变换均会被淘汰。我们以为鹧鸪有了它的隐身衣，同时它还是最美丽的鸟。为了实际的用处，雌雄两者的羽毛都是同样的。

鹧鸪在已收割的稻田中就像一块土，加上又有潜伏的习惯，便更安全了。它偃伏着，直至我们到它面前，才惊叫一声，鼓翼疾飞而去。它的疾飞便是它保全性命的办法，虽然它不能飞得长久。其胸部的肌肉极度发达，其短翼圆转灵便，这是一切能够快速飞行的动物的共性。鹧鸪飞腾时总是张扬它的尾巴，主要尾羽有18根，其外层是栗色的。它飞得疲乏时就张着两翼在空中浮着而渐渐地降下，好像操舟者的按桨而憩，因为所谓的飞翔原本就等于在空中划船而已。

它如许多其他生物一样，食单是很长的，能混合着吃各种食物，显然这对于它的生存有巨大的好处。其所食之物有谷及草类的嫩芽、紫云英的尖端、石南的幼枝、浆果、许多类种子、各色蜘蛛、多种昆虫，也不会遗漏无害的幼虫。幼鸟全依靠老鸟用昆虫来喂养，它能自

卫后，仍喜欢以昆虫作为食品。凡农业兴旺的地方，鹧鸪也多，它对于农事有益处亦有害处，但都没有明显的影响。

自2月起直到冬季重新到来，鹧鸪总是成对地在一起，稍后则成家生子了。在冬季常常有许多家庭合成一大群，这种合群性足以抗击敌人的侵掠，因为群即是力。据说它们卧时成一大环，头向外，所以突然地攻击它们是很不容易的。

到了2月末，交尾期开始，大群分散，生机盎然，雄者互相挑战，翘尾高叫。它们奋力厮打，以足以翼以嘴相斗，搏斗虽然很激烈，结果却不会造成什么身体上的伤害。雌者随着争斗者奔走，好像它们很喜欢看争斗一般。我们也不能断言雌者是不斗的。也许争斗者对于雌者有所诉说，而后者则正在以目向其丈夫示意，因为在鹧鸪们配对后争斗仍是继续进行的。或者可以说是蜜月期延长了，因为产卵的要事不到四五月是不开始的。婚姻问题一经解决之后，它们夫妻间便很忠诚。换言之，它们是一夫一妻制的，比许多的猎鸟更为可靠。

鹧鸪的巢藏于牧草中，是一个铺有草与叶的小洼，常在篱笆边及林边等处。巢中约12个卵，经常是棕黄及褐黄色的，在它们的天然背景中是不怎么显眼的，而且，如果母鸟必须离开它们就会用巢中树叶遮掩。鹧鸪孵卵时伏得很隐秘，且有掩盖它们嗅迹的能力。就是有经验的狗经过附近孵卵的鹧鸪也绝不会觉察到；如果狗看不到鹧鸪，鹧鸪是不会有危险的。但它为什么能掩盖住其嗅迹，这是值得研究的。也许尾根处的油腺（许多的鸟都于此处分泌恶臭的东西）在孵卵期中因为某种化学的媒介或刺激素的关系而暂时停止了活动，也许是因雌鸟禁食才这样的。但理论是空的，必须用事实来证明。

孵卵期长22～24天。雄鸟虽不负责，却也并不远去，而是会立着做守卫，如果遇到极不幸的事，它会发出危险的警号，挺身而斗。观察者曾经说，孵化之日临近时，雄者亲密接近雌者，帮助它把雏鸟身上的湿处弄干。两亲保卫其可爱的子女，都是非常勇敢的。它们敢攻击鹰、鸦、白鼬、犬，甚至攻击人类。它们善于排除幼雏的危险，“会诈伤，以分散敌人的注意力”。早先据说它们能够把卵移置在另一个巢中，大概是一个一个用嘴衔运的。一种常见的现象是父母发出一声特殊的叫声，那黄褐色的雏鸟便会本能地服从。它们分散了，不见了。我们只要想鹧鸪产卵之多，孵卵之急切，父母勇敢而雏鸟服从，便可懂得它们为什么能成功了。

雉

在秋天的阳光中，看雉在已收割完的稻田中啄食谷粒是一种眼福。雉非常美丽，有红色、橙色、灰色、青色、黄色、紫色等，的确称得上绚丽多姿。雉是鸡类中的贵族，它得到人的珍视是因它美丽的装饰，而不是因为它的脑力或品格的任何力量。

普通的雉是小亚细亚和里海海滨的原住民。它在那儿还是一种野鸟，但现在在世界上许多地方已繁殖于人类的保护之下。可是它却不肯成为家禽。它可以被人驯养，但只限于被养的那一只，与其他的无关。雉绝不会产生家禽般的大群异种，也不像家禽几乎一年到头随时都会产卵。正如著名的沃特顿所说：“雉的本性与家鸡难以接近，它仍然保存其野性，使我们不能完全地把它变成家禽。”困难的地方究竟在哪里，我们现在不能断定——大概是“缺乏可塑造性”的原因。其他的许多动物也都如此，譬如，我们不能把鸵鸟驯养为家禽是人所共知的，大多数的蜜蜂到现在也还是野生的。沃特顿认为雉有一种“先天的畏怯”，凡非意料中的事发生时，它总要表露出这种畏怯。另一方面，雄雉虽几乎可以驯养，它却曾经攻击过绅士的太太，因为她们时髦的衣裙惹得它愤怒。



雉

大概是罗马人首先把雉输入英国和欧洲其他国家。现在雉已经散布很广很远，新西兰岛及北美洲都有它的踪迹了。它所喜欢的地方是有许多小树的森林——不但可以供给它住所，且有许多不同的食物。在生存竞争中，它因为能吃许多不同之物，所以生存没有什么困难。如果一种东西缺少了，它可以吃其他的。杂食各物的生物总比专食一物的容易生存。雉与家鸡相同，食单很长，它的砂囊可以说是能容纳任何东西，就是小石子它也会吃下。它吃的是种子、果实、芽、叶、根、花、昆虫、幼虫——还有什么不包括在内呢？我们的确不忽视它喜食谷粒，但也不应当忘了它能吃许多的叩甲科昆虫（如叩头虫之类）的幼虫及别的害虫。它的食单中有奇异的东西，如鼠、蛇、橡

实、榛子、槲实、瓦苇及羊齿类植物。我们必须承认雉是很贪吃的，我们也不能说，在胃内塞满羊齿类植物算是智慧的行为。但如果它养成了食羊齿类植物的习惯，则山地的农夫至少很欢迎它们，因为羊齿类植物对于高地的牧场是很有害的。

雉的翼对其身体来讲并不算大，它们宽阔而圆，肌肉也是很发达的。雉的飞行极快，我们曾遇到雉从店铺的玻璃窗中疾飞破窗而出，这是记载上所常有的，足以证明它飞行的速度很快。若被豢养，它会变得很懒（它又何必从很舒适的家中飞出去呢？），但雉是英国猎鸟中飞得最快的鸟。据擅于打猎者说："雉在树木的顶上极速地旋飞时，是最难射取的。"雉能游泳，游得很好，虽然它不怎么喜欢下水。至于奔走，谁也不能赶上它，它常在地上啄食种子及小的动物，所以两足的肌肉是很发达的。

雉与大多数的猎鸟（或家禽）相同，是天然的一夫多妻者。雄雉们常常互斗，强者将弱者驱逐，而占有许多的雌雉。因为弱者不得配偶，所以这样的淘汰显然有益于雉的种族发展。雄雉常常先啼叫，而后振翼，刚好与雄雉相反，后者是先振翼而后啼叫的。雄雉的啼叫是其在雌雉前嬉戏的先声。它装模作样以自炫优点，接近它爱慕的对象旁边后，其翼半展半敛，尾巴也伸展开来，上半面的背部也侧向旁边。还有更为详细的情形，譬如泰格米尔的《雉》一书说："红色的皮环绕眼部，范围颇大，那小而紫的冠毛是直竖的。"这是一种初步的进化。最进步的如追求雌雉的印度雉，其翼上的羽毛比普通的要大，且饰有美丽的眼样的斑纹。雄的印度雉常奔走于雌者之前，突然停步，展开其美丽的双翼，如同一面半圆形的扇。它将其头掩藏于扇底，这样雌者可以尽情地领略这极端的活的引诱，舞者常常模仿它，作为裙舞的一节。雄印度雉两支长尾羽摇荡着，发出沙沙之声，美丽的扇也缓缓地舞着。日光自上面照在那眼样的斑纹上（每翼上约有20个眼样的斑纹），宛如关节样的装饰。但这种眼样的斑纹只有雄者有，而且其翼不展开时也是隐藏着看不见的。

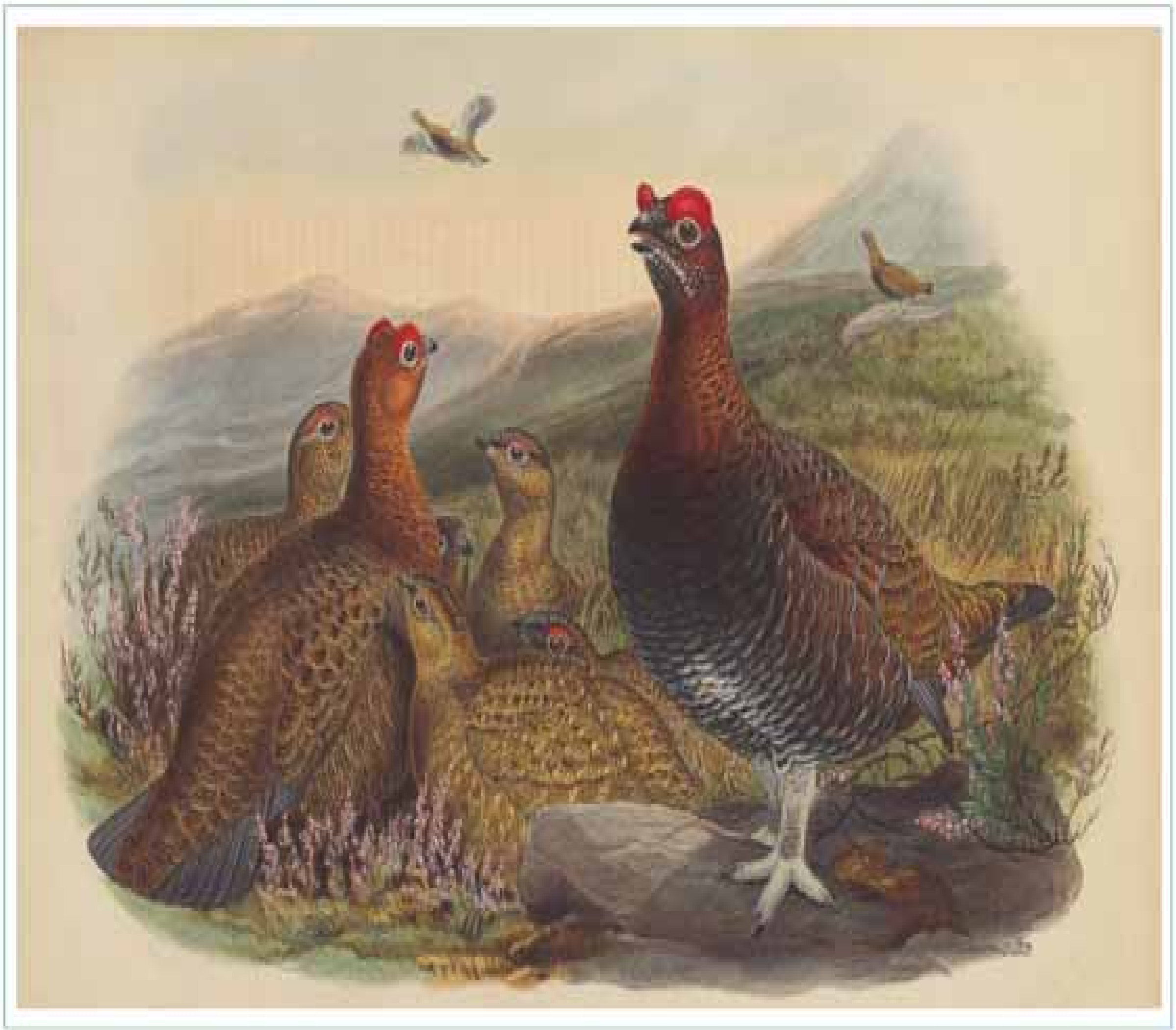
雌雉在4月或5月筑一个简陋的巢，大多在地上，并且上面还有掩盖的东西。这实在不能称为一个巢，仅仅只是在地上挖成的一个穴而已。卵有8～9枚，青褐或青灰色，由雌雉孵育24日而成为雏。不论造巢、孵卵，雄雉绝不帮助雌雉，多妻者大概都是这样的。家禽中的雄鸡总是无私奉献，它发现了一些食物，便呼唤它宠爱的雌鸡来吃，而

自己则又转身忙其他的去了，好像是毫无口福，但雄雉绝没有这样的德行，当然偶尔也有雄雉领导一群幼子或孵卵者，但这种例外无关紧要。大概生物开始变化时，两性间的分界线常常是不能分得十分清楚的。鸽类中常常有雌性的雄鸽及雄性的雌鸽。还有一个变化的例子——生物变化的源泉是不会干涸的——雌雉竟利用了鸽或松鼠的树上的巢，而在此不适当的地方产卵而孵之。要知道，在寒冷的气候中，雉是常常栖息在树上的。还有一个例子，凡居住在乡村的人都知道，即雌雉的巢往往与其他两三只雉分用。甚至一巢之中卵数达30枚，这是三只雌雉共同产的。这种奇异的现象也会出现在营冢鸟中，一堆发酵的牧草常为许多雌鸟所利用，导致其成为一个数鸟公用的巢。

雉有许多天敌，有些敌人能摧毁它的卵而取食其子，如白嘴鸦、乌鸦和雀鹰，其他的则直接攻击那些已经长大的雉，如狐与白鼬。此外，还有一件有趣而隐晦的事实要提及，即孵卵的雉与鹧鸪相似，会掩盖它的嗅迹。泰格米尔说："犬及别的嗅觉灵敏的动物经过极短的距离内的孵卵的雉，若不是亲眼看见，竟然全然不觉后者的存在。"对于在地上居住的鸟，这种事实是的确存在的，而其价值也是显然的，但谁知道掩盖嗅迹是怎样成功的呢?

红松鸡

正如圣基尔达的鹪鹩，红松鸡完全为英国的产物，我们也珍爱它——尤其是在8月中旬，那时候可以看到大群红松鸡。在许多方面，它是一种有趣的鸟。它显示出在隔绝的境况下，它这一种类是怎样发展演化的。它繁殖于各种极特殊的地点，自海滨直到高原上，只要有石南及石南属植物的地方就行。它只靠简单的食物存活——石南及岩高兰的嫩芽，山上的浆果及苔与灯心草之果，但遇到有稻田的地方，它喜欢改食谷粒。雪下得很大或长期不停时，便是松鸡困难的日子，那时候它会下降至幽谷，或联络其他同伴做长途旅行，迁徙至较适宜的地方去。它的强有力的翼使它有疾飞的能力，但每次都不能支持太久。它的羽毛的颜色有极大变化性。专家能辨别出那红黑白斑的雄鸟及红黑白斑与淡黄斑的雌鸟，除此两种之外，还有每年随季节气候变化而来的显著的变化。



红松鸡

红松鸡与它的近属欧产的黑雄松鸡及雷鸡不同，而与其堂兄弟，即冬天毛色变白而到山上去的雷鸟相似。红松鸡是一夫一妻制。在春天，我们看见雄松鸡在荒地的高处立着，并能听到它的稍微吵闹的挑战声（“壳克、壳克、壳克”）。雌松鸡伏在它的旁边，似乎对于即将发生的事情很有兴趣。另一头雄松鸡走过来，于是它们便开始争斗。两雄飞至空中互相以嘴击刺，想重伤其敌人的头。雌者似乎在鼓励它的争斗中的配偶。

它的卵是红色的，与其羽毛相似，产于地上的巢中，孵育工作全由雌松鸡完成。松鸡非常早慧，而母亲亲自带领它们搜寻蝇及幼虫。雄松鸡护卫家园，阻挡其他的鸟的侵入，极为勇敢。我们曾见它飞到

一棵低的树上，打了一只恶意的乌鸦一个耳光。幼年时代过了之后，松鸡除了鹫外，很少有外界的敌人；鹫淘汰了较弱较笨的松鸡，似乎对于后者是有益的，因为这样会增进它种族的活力。

我们不曾听说松鸡有任何的全身病，但它有许多的寄生虫，居处拥挤、食物不太好的松鸡身上常有某种微小的丝虫——十二指肠虫。十二指肠虫滋生，会导致松鸡死亡。希普利爵士考察过松鸡的疾病，发现松鸡全身上的寄生虫有25种之多。（在皮肤的外层与羽毛的基部，有许多的小虫在那儿咬啮，同时在皮肤内，身体的空隙处，如消化管内、细胞及细胞组织内、血液内，都有蠕虫及单细胞动物群聚着。）

松鸡所吞咽的蔬菜中有小昆虫这类小虫在内，包含初期的绦虫，后来或许成为极可怕的侵入者。或者松鸡是从地上取食浆果时，感染了十二指肠虫，正如小孩吃了曾经放在湿地上不干净的蔬菜或果实而感染了蛔虫一般。松鸡身上的十二指肠虫或丝虫是极薄极细的，要看见一条活的这种虫是困难的，因为它是透明的。它侵入体内，其后果比绦虫更为严重。它侵入了食管的一对盲管内，在那儿繁殖起来。从2月份到4月份，荒地上的食物是极少的，只有一小部分的石南尖端可食。因此荒地上所有的鸟都聚集在有食物的小区域内。泥土上满是松鸡粪中的十二指肠虫，松鸡屡受感染乃是一件不可避免的事情。松鸡既有了许多的丝虫，泥土上也沾染得越多。如果春天没有到来，石南不长出新的嫩芽，则松鸡们将无一存留。

幼鸟在最初几个星期中死亡率颇高，正相当于小孩因感染了微生物造成的病，如白喉及猩红热而死亡一般。松鸡的感染是由地上的微小的病菌（球虫目），结果食管发炎，松鸡往往因此而死。不幸的是，松鸡的幼鸟在未死之前能使泥土上沾染数百万的病菌。

我们且不谈这种惨烈的事情。最要紧的是自然的动物界中是没有先天的全身病的，并且由寄生虫及微生物而引起的疾病往往是由于人类的干涉造成的，至少在我们看来似乎是这样的。我们射杀了鹫，过分保护松鸡，致使松鸡的健康日渐恶劣，因为弱者及不适宜于生存者（不论何方面的）都没有被淘汰。许多健康的动物都有寄生虫，松鸡当然也不例外，但如果主人与寄生虫之间能安然生存，寄生虫的存在似乎没有多大的害处，只要不因食物不良或无天然的淘汰（即自然的

选择）而导致全身疲弱，或因居处拥挤沾染了过多的微生物，则寄生虫自然是没有能力作祟的。

在英国有大块的区域，依照现在的泥土的状况而论，只能成为无利可图的满生石南的荒地。这些都是松鸡的居处，若不是大群地虐杀不符合真正的游戏精神，则猎取松鸡可以说是合法的娱乐。就红松鸡自身而言也无妨碍，它尽可以保存其种族，纵然8月中因为遭到猎取而减少了许多。

田凫

这虽超出了科学的范围，但我们禁不住把各种不同的鸟与各种人类相比较。海燕是海上的游民，燕鸥是哥伦布，鹫是劫掠的男爵，麻雀是平民。在我们看来，田凫似乎是那欢乐的骑士。许多人都说到它那悲哀的叫声或是它的呼号，但不论鸣声如何，田凫是欢乐的、勇敢的、爱群居的，并且有时是滑稽的。

在苏格兰的大部分地方，田凫是终年常在的，但它是“半候鸟”，这就是说，它们有些是同我们一起在这里度过夏天的，到了冬天，会赶到爱尔兰去，而它们的住所由其他从较远的北方来的鸟占用。当然，有些会完全离开我们这里的海滨，而到非洲去过冬。在北方的冬季中，我们有许多机会去赏鉴这种鸟。它常见于田间，飞的时候很显眼，奔走的时候则不怎么显眼，但总是很美丽的。



田凫

田凫是鸟纲中遭受惨祸最厉害的，因为它的卵是珍贵的食品，而它自身也常被捉去当作食品。可是自爱尔兰至日本，自北极圈至印度，它都能保全其种族。我们的第一个问题必然是，它怎样能以多难之身存在于世呢？原因之一是田凫具有可塑性，无论在何处它都能生长繁荣——荒地上、河口的海滨上、农人的田间及泽地上；还有一个原因是它的食单甚长，它吃各种各样的昆虫，如叩甲科昆虫的幼虫、皮虫、蚯蚓、蛞蝓及小蜗牛。总之，我们要记得那显著的事实，即田凫是农人最好的朋友。但除了不择物而食、不择地而居外，田凫还有其他的特点足以使之生存——它是非常谨慎的，所以要乘其不备而捕

捉它是绝不可能的。它的幼鸟有一种极有用的本能，如遇到危险即伏倒在地上。它的群居性足以使它驱逐敌害侵入。最后，它是聪明勇敢而又愉快的，它是很有自信力的，我们在恶劣的气候中尚且能看见它的愉快。更要知道，除了一切的优点外，它还有一个精力旺盛的身体。

田凫在4月份产卵，卵数4枚几乎是不变的，其安放的办法是将卵的小端向着中央，从而节省空间。其卵非常著名，与黑头鸥及海鸠的卵相似，颜色异常多变。要找出50种不同颜色的卵也不难，但大部分在泥土的背景中是不大显眼的。孵卵由双亲分别完成，田凫卵通常26日就能孵出雏凫。关于田凫的幼雏有三点特别值得注意：它们是极其早慧的，能在24～48小时内离开它们的巢；它们在天然的背景中是不怎么显眼的；它们能够本能地说些像田凫所说的“话”，因为它们在卵中时已听到过这些呼唤的声音了！不过两亲也时时教它们。如果无可避免地遇到敌人侵入，雌鸟会先藏好它的卵，然后静静地沿着所处的地方，而行到稍远的地方，行走时是身体低伏着的，同时雄鸟用力腾到空中，袭击敌人。

雏鸟孵出之后，不久就会离开它的巢，双亲合力分散敌人的注意，如有乌鸦或鸥走近时，它们会起来而与之对抗。

云雀

我们把大家熟悉的云雀归为草地上的鸟的一种。许多英国的旷野在春天变得很美丽，因为有许多美丽的花和持续不绝的云雀的歌声。那些歌者从日光暖和时开始，一直到日落，歌声不息，在夏天它只在午夜停止两三个小时。云雀不论是早上、晚上，日间、夜间，都会歌唱，它是通年歌唱的。

云雀的歌中最动人者是它精力的充沛，同时却显然是很安闲的。我们所听到的，正如雪莱所说的，是一个热心的倾泻、“一股欢悦的洪水”和“一阵旋律的雨”。云雀并没有像斑鸠那样能说许多的“话”，但它说了又说，不知疲乏。



云雀

歌唱占了求爱的一半，另一半乃是一种嬉戏。雄云雀显露它几乎全白的尾羽，在它的爱人面前颤翼而飞；许多次在天空的飞翔使双方的恋爱成熟。有些论据显示，雄云雀尝试选择一个区域，以为其预定居住的地方。雌雄两者实际上是一样的，它们都有冠毛。它们黄褐色的羽毛极适宜于隐藏在泥土旁，但在临水的草地上，我们常见雀鹰捕到许多的云雀，虽然它们的颜色并不明显。

它乐天的个性使它有一种很好的食欲，它的生活的成功在于它能食蔬菜也能吃动物。它吃有害昆虫、蜘蛛及小蠕虫等，但它也食用许多的种子、小植物的嫩叶、草类及谷类的嫩芽。它也损害初生的芜菁及谷类，但它的功劳远大于它的过失，它能铲除许多的野草及害虫，所以杀死一只云雀实是一种罪过。它的困难时期是在雪掩没了大地的时候，倘若暴雪持续不停息，它必须飞到爱尔兰等处，否则只有一死。

4月中，云雀在地上低洼处建造一个简单的巢。巢由草茎制成，内面较为整齐，经常有一些毛发铺在巢内。雄鸟收集材料，雌鸟将材料建造成巢。孵卵的职责大部分由雌鸟担当，卵约3枚，呈微灰或微褐色，孵育两个星期而长成雏云雀——看不到眼睛而且绒毛非常少，雏鸟不能自卫，双亲需要保卫数星期之久，所喂的食物是昆虫及小蚯蚓，这种保护的工作是由双亲分别完成的。它通常一季中生产两次，也许能够更多，巢常常隐藏在草间，我们常见它筑巢于高尔夫球场中或崎岖的小路边，可以说是极不合适的地方。据说，雌云雀常常不直接飞至或飞出巢中，它来往时，先在草间的曲径中走了一段路后，才飞向巢中或离巢飞去。

毕克拉夫是英国博物馆著名的鸟类学家，他教人注意幼云雀口内的亮黄色——这是云雀等鸟所共有的。但云雀的舌根有两个黑点，其尖端有一个三角形的点。他认为这些点与别的幼鸟类似的记号相同，很有用处，可使其两亲把食物盛到幼鸟的口内，而不用摸索或浪费太多的时间。大约每一刻钟喂食一次，而巢中的吵扰越少，小鸟们越能够躲避掉食肉禽与兽的侵害。幼鸟在能飞之前便已经离开了巢。

云雀在地上行走得非常快，只有向后的大拇趾上有长爪，到底有什么作用尚且不太清楚。长爪确实比其他趾的爪长，在草中似乎没有

什么用处。云雀平常在地面上飞行强劲而快速，在冬季表现得更加明显。如果我们突然走近云雀旁，云雀就会偃伏其身，准备跃入空中。但最值得赞赏的还是它那高高的飞翔。两翼上下振拍，十分迅速，离地一段距离之后，它就开始歌唱。它上升时继续歌唱：

你飞向苍穹，

歌唱而仍高举，高举而更歌唱。

它继续高高地飞翔，直到那鸟成为一个黑点或几乎看不见，歌声仍然不断。周游了片刻之后，它也许会突然地开始下降——张开两翼落下来，间以短时间的飞翔，但其时那歌声仍是不断的。在将要落地时它才停止歌唱，落到地上，或向平面疾飞而隐没于牧草之中。

许多鸟常常因为农业的发展而数量日减，唯独云雀不是这样的。它喜欢空旷的地方，常筑巢于正在生长的谷类中，在那里它特别安稳，不会遭受伤害。至于它的食不择物和不引人注目的羽毛乃是其赖以生存的因素。一对云雀在繁殖期可以生产数窝小鸟，所以牛顿教授计算道：“它的繁殖比其双亲平均至少高出四倍。”当然，它会遇到人类或恶劣气候带来的损害，并且经常被白鼬、伶鼬、猫、鼠、鹰、鸦等捕食，但能生存下来的还是很多的，要维持其种族绝对绰绰有余。

一般说起来，云雀可以算是英国的常居鸟，但称之为“半迁徙者”较为恰当。云雀来来往往很是忙碌，并且它的迁徙情况非常复杂。明显的事实之一就是在秋季从大陆来了一群群云雀，它们成群地飞来，持续数日之久。

麻鹬

麻鹬是非常动人的鸟。在北方整个长长的冬季中，大群麻鹬聚集在低地的田间或海边。我们数了下，在一起的大约有50只——很欢乐的一个群，虽然其叫声是悲凉的——居利、居利、居利。在湿沙滩及浅池中，它很有成效地掘食各种海滨小动物。弯曲的嘴长约6英寸，其尖端的感觉极敏锐，这是涉禽所具有的共同特征，因为它的食物是触到的而不是眼见的。

山上积雪时，苏格兰北部的麻鹬要一直到4月初才离开海滨。气候变好时，它急忙赶回去，它求爱的呼声使山上的岑寂处充满了春意。关于夏季的呼声，彭斯说：“我曾听到夏天麻鹬响亮而孤单的呼声，而同时觉到灵魂的高大，如同虔诚地敬神或专心于诗歌时一样。”但我们在春天所听到的，并不是夏季哭泣般的呼声，而是元气充溢而欢乐的，有美丽的颤音，是一首涟波般的歌。雄鸟高高地飞在空中，动作像鹰一样。它下降而又上升，兜圈而又飞翔，不断居利、居利、居利地叫着。

它的巢仅仅是在地上的一个低洼处铺些枯草而已。巢中往往有4个褐色或微青的大卵，卵上有肉桂色的斑点。它的巢边往往有几个假巢，也许是为分散敌人的注意。但也可能是麻鹬开始巢居时，另外看见有更好的地方而自己放弃的。

雌雄麻鹬长相大致相同，只是雌鸟略大一些。雌雄二鸟都担任孵卵的职责，常偃伏得很紧密，它们斑驳的褐色羽毛在石南和枯草中极为不显眼。遇到危险时，麻鹬会马上溜走，奔走几步，如果仍不能躲开，就离开飞去。那绒毛蓬松的灰黄色雏鸟孵化后，两亲的看护尤其紧张。我们走近时，会听到嘶嘶的警告声，雄鸟随即飞起，在荒地上巡视一周以示抗议。据说麻鹬大约共有10个字音，我们走到远处时，那惊骇的叫声停止了，雄鸟飞回到雌鸟的身旁，“发出一种表示满意的乐声，是一种延长的咯咯的颤音，极其鄙陋粗野”。

人们有时候会问，既然麻鹬的嘴很长，在发育时怎样能在卵内容纳下呢？生物学上的答案是很有趣的。幼鸟的嘴本来是短直的，类似鸻的嘴，长嘴的遗传性在小鸟出生后数星期内是表现不出来的。幼鸟很可爱，它那带斑点的褐色羽毛足以掩藏它，使其不被敌人看见。听到危险警告后，它有马上分散伏卧的本能。

夏季小麻鹬在荒地上成长，搜寻昆虫、蠕虫、蜗牛、蛞蝓、浆果来吃。食物短缺时，它便开始合群而居。它在冬天是群居的，在夏天是独居的。在8月中我们看见“V”字形鹬阵向海滨飞去。其飞行速度极快，因为它的翅膀很长且胸肌很有力。它飞近时，我们看见它那苍灰色的腿和朝上略翘的长嘴。当我们听到它叫着居利、居利时，便知道又是一个夏季过去了。

与弗吉尼亚的鸻从拉布拉多飞到巴西，或太平洋的黄金鸟从阿拉斯加飞到夏威夷需要经过许多海程相比较的话，麻鹬从原野飞到海滨似乎是距离很短的迁徙了。然而在原则上，这都是随着气候而动的群体行为——自繁衍的地方迁移到食物充沛或休养生息的地方。无论路程的长短，鸟总在其往来的范围内较冷的地方生殖，并且虽然有些英国的麻鹬迁徙的路程很短，但在秋季常有大批的麻鹬自大陆更北的地方飞到我们的海滨上来。

麻鹬的堂兄弟杓鹬是英国的过路鸟，在更北的地方繁殖，在更南的地方过冬。它比麻鹬大约短10英寸（麻鹬大约长26英寸），居住在海滨的时间比麻鹬少。它咯咯的叫声，往往会重复七次，所以又名“七啭鸟”，还有一个名称叫作“窃笑鸟”，也是因为它的鸣声而起的。梅斯菲尔德博士写道：“杓鹬的呵呵笑声就好像手鼓的振鸣。”

彭斯、斯蒂芬孙等诗人都爱好麻鹬，谁又不愿赞美它呢？羽毛华美，栗色的眼也很美丽；它的长嘴与长足相称；它飞行的姿态健美，善于游泳又能奔走；它是很勇敢的鸟，会毫不迟疑地攻击侵犯它的猛禽，常常伪装受伤来搬运它未孵的卵；它的鸣声中的词汇量也很丰富。无论从哪方面讲，麻鹬都是可爱而动人的动物。



杓鹬

蛎鹬

为了说明搜寻食物的情形，我们暂且以蛎鹬为例，它是英国的居留者，也有许多产于美洲。它是一种非常动人的鸟，我们一见便能认出，因为它有显眼的黑白羽毛、鲜红的嘴以及肉色的脚。它飞得极快，叫得很响，发出奎克、奎克或徽克、徽克的声音。它是一只海滨的鸟，但春天到来时，它会成群结队，快乐地飞往北方的河边。它飞得或高或低，好像非常急迫一般，但仅只是嬉戏罢了。4月过后，蛎鹬群解散了，它们转而成双成对地出入，虽然我们常见它们三只———

雌二雄——在一起飞。雄鸟正在求爱，而雌鸟选择其最喜欢的求爱者费时会很长。雄鸟沿着沙岸行走，向雌鸟鸣唱着它的小曲，中间夹有一种克利、克利的颤音。它一会儿鞠躬，一会儿舞蹈，忽此忽彼地不停，它的邻居也来这里做同样的事。两只雄鸟往往会互相冲突，但它们所做的一切无非是因为失恋而已，雌鸟似乎因为厌烦独自走开了。



蛎鹬

隔了一会儿，它们却成对了，筑造了一个极简陋极随便的巢——仅仅只有些小石、贝壳以及飘浮的零星小物。简陋的巢往往建在海滨岩石中的沙地上、沙丘中或河旁的卵石堆内，它最喜欢的巢居处是小河中的沙洲上。它每年产三次卵，颜色不怎么显眼，微黄色的壳上有暗黑的斑点。双亲轮番担任孵卵的重任。雌鸟孵卵时，雄鸟常为它守

望，如果有侵掠者出现，雄鸟会发出警号，雌鸟悄然溜走。它在地面走出一段距离之后，雌雄会一同占据一个要地，再观望一下情形。它们是非常勇敢的鸟，会抵抗比它们更强大的敌人。

雏鸟的绒毛是灰黑色的，非常利于隐藏，它们听到亲鸟的警号后便立即潜伏不动。夏末，许多曾住在河边的蛎鹬回到海滨，与留在那里的同类重新聚在一起。它主要的食物为小的水中动物、昆虫的幼虫，它们从石片之下和水草之中寻获这些东西。它也常出现于农田中，大概是为寻找蚯蚓而来的。应当提到的是，蛎鹬的近亲翻石鹬，习惯把平石掀起，把海草拔起，以找寻沙中的跳虫、蠕虫和其他泥土下的小生物。根据从研究蛎鹬寻食所得到的主要启示，每一种生物都有它自己的方法，那么蛎鹬的方法是什么呢?

我们奇怪为什么这种鸟被叫作“蛎鹬”，是曾经有人见过它在吃牡蛎吗？它的大部分食物是海虹，在海虹丰富的地方，它可称得上专家。它捕捉海虹有3种方法。第一，等到潮水浅浅地淹没海虹时，它才涉水，因为潮水掩盖海虹时，海虹都会张开其两片壳，通过食流吸进小生物。蛎鹬涉水时很镇静，它见甲壳展开着，便立刻把长嘴伸入壳内，那么事情就算是已完成一半了。它割断了使壳关闭的肌肉，甲壳只得张开着，它把可口的肉拖出来，用其剪刀般的嘴剪断附在壳上的肌肉。它的工作效率很快，因为潮水如果涨高了，海虹上面的水面太深，它的足虽长但不能立直，潮水如果退去了，海虹露在岸滩上，已经把它的壳紧闭了。但蛎鹬是不会因海虹的闭壳而退却的，它会很伶俐地乘隙把海虹的甲壳分开来，因为海虹闭着时，往往是留着一些缝隙的。最有趣的一种方法是，蛎鹬能按照海虹横卧的方向而变化其手法，因为并不是所有的海虹完全同样地附于岩石上的。在这种小小的顺应之中，我们发现了智慧微光的闪耀。第三种方法是直接把海虹吞下肚去，但这只限于较小的海虹。这个方法它也用来对付玉黍螺（穷人的牡蛎）、小蟹、蠕虫或别的许多海滨小动物。

它处置帽贝的办法特别有趣。凡是经常驻足海滨的人，必定都知道那些软体动物，顶着一个凸起的壳和有黏性的足——不能强迫它脱离岩石。如果你一定要强迫它，那你不是打破了它的壳就是损坏了你的手杖。唯一的方法是突然取下它，或给它快速而且有力的一击，使它盾形的壳离石飞去。现在蛎鹬的方法就是任意选择两种方法中的一种来用。它静候着猎物的移动，因为它们经常做短距离的行动去寻求

海藻。帽贝的足开始爬动，其壳的边缘稍微与岩石相离，这便是蛎鹬的机会了。它立即伸嘴进去，帽贝便脱离了岩石，蛎鹬的嘴很有力，可以当作杠杆来用。

蛎鹬处置帽贝的第二个方法较为少用，但其效果却并未减弱。它悄悄地走近，突然从其横边敏锐地一击。它击得极快且瞄得又准，恰好击在适当的地方。这一下，帽贝便离开了岩石，其余的事便很容易办了。蛎鹬常把它的猎物带到一个特殊的地方，然后挑出贝肉食用。有时候许多的空壳一起堆在海滨上，足以证明蛎鹬吃过了不少的美味。这些空壳相当于史前人的贝冢——大堆的贝壳，证明史前人吃了许多的贝肉。但我们的目的只是讨论一种普通的鸟——如蛎鹬——的各种寻食法而已。

天鹅

当我们看见天鹅两翼半张，弯着颈，竖着尾，用它那黑色的足做有力的击拍，游得很快而仍保持其庄严时，我们没感觉到其他的，只感受到生命的尊严。天鹅是一首诗，一本书，一段和音，且是一位生长名门的贵族。用平常的话来讲，天鹅是一种最动人的鸟，它的日常生活值得我们敬佩。虽然它不能如俗话所说使我们五体投地，但它使得我们自觉渺小。真的，它能够断人一根肋骨，杀死一条狗！



疣鼻天鹅

在以前，天鹅受人保护的现象比较明显，因为那时候的习俗是在天鹅的嘴上刻上一个记号，并把其翼上的长羽毛拔去，每年一次。在诺福克等地方，拔毛不常执行，其回报便是可以看到大群飞翔的天鹅。一群天鹅下水时那耀眼的白翼和振翼声迫近的情形在特纳女士的《泽地之鸟》一书中有很好的描写：“我们如果远望沼泽，会看见一条乳色的泡沫般的东西在芦荡中漂浮。一群天鹅前进时，其情景就像这样，如果你的耳朵很敏锐，在1英里之外便可以听到它们那有韵律的拍翼声——一种明白清晰的声音，如陀螺的嗡嗡声。”考沃德把这种震动声比作硬地上的驰马声。大天鹅飞时发出金属般的响声，疣鼻天鹅与大天鹅不同，飞时除了呼吸外，并没有别的声音。按照有些学者所主

张的，它有一种飞行时的呼声，但即使是有，也不是常常让人听得到的。

我们亟须声明的是，疣鼻天鹅并不是哑巴。在日常生活中，它并不是没有会话。如被激怒时，它有一种含怒的叱声；还有一种颤抖的咆哮声，表示反抗；更有一种亚雷尔所称的“柔软的低声”，很凄楚动听。但我们的天鹅如果不是相对沉默的鸟，它应该不会被称为“疣鼻天鹅”。“天鹅在临死之前歌唱，人们若于没有歌唱前而死去也不算坏事”，去批评这种话那是太蠢了。我们决不会批评这种话，也不赞同米什莱的话，说天鹅在维吉尔的时代是常在暖和的南方歌唱，但到寒冷的北方来居住后便失去了它们的声音了。米什莱这么说似乎不是基于确有的事实，而是假定习性的转变，我们对此不能相信。

纳瓦拉王后以为，天鹅的精灵从其长颈中离开其身体时，会产生音乐的低鸣。或许纳瓦拉王后的话是对的，但这不是解释天鹅能歌的原因，而是解释天鹅不能歌的原因。因为比之喧哗的大天鹅，疣鼻天鹅之所以沉默，是因为它是用其颈来歌唱（以动颈代替唱歌）的，因而其颈比野天鹅的更加灵活多动。

我们所说的，可以用特纳女士所叙述的故事之一来阐明。应注意的是，天鹅是实行一夫一妻制，并且关系是非常亲密的。要引诱一只雌天鹅使它离开雏鸟是很难的，雄天鹅虽常独自活动，却很惦念它的家庭，如果遇到危险则会勇敢地保护妻子与儿女。有一次，雄天鹅正在守候，而雌天鹅并没有按时返巢。一小时又一小时地过去，雄天鹅渐渐地忧虑不安，“不住地直立而呼叫”。它绝不注意特纳女士的抚爱（他们是老朋友），也不吃给它吃的面包。隔了数小时特纳女士驾着小舟到芦苇荡中寻觅，突然遇见那雌天鹅正在急忙地赶回来，头伸向空中，呼叫着。“听到它同伴的呼声，它马上呼应。我随着看后续发生的事。雄天鹅离开了它的雏天鹅，任它们留在岛上，大步向前去会见它的妻子。它们遇见时，双方都表示出许多的相爱之情。它们磨嘴交颈，咯咯欢笑，然后一同游回家，雏天鹅也以尖声欢迎双亲回来。”雌天鹅的迟迟不归并不是故事的重要部分（它的嘴上有一伤痕，也许在与别的雌天鹅争论它们自己家雏鹅的优点），我们的注意点是在求爱时它颈的动作很明显地代替了歌唱，虽然不能代替语言。

疣鼻天鹅大家都很熟悉，很容易从英国的两种野天鹅中将其分辨出来，后者与大天鹅都是冬季从苏格兰来的候鸟。因为疣鼻天鹅有一

个黑顶，黄喙的根部也是黑的，其他两种刚好与之相反，喙根是黄色的，喙的尖端是黑的。野天鹅的颈比较僵硬，并且它们游泳时也无半展其翼的可爱习惯。野天鹅的胸骨值得我们注意，其气管直降至龙骨中而弯转，这是疣鼻天鹅所没有的。

野外的天鹅会用水中植物造一个大巢，高可达2英尺，直径可达6英尺。如果水涨时，巢也可以加高。这个大巢的中部可称为“内巢”，铺有绒毛。天鹅常于4月中产卵，数量为5～12枚，色微绿而白，大约长4.3英寸，宽2.9英寸。雄天鹅也孵卵，化卵成雏大约需要5个星期。上文已经讲过，天鹅的配偶是终生不变的，雄天鹅是一位诚挚的父亲，巢如果遇到危险，它会凶猛地快速前行。这在考沃德可爱的书中描写得很好。他的书名为《大英群岛的鸟类》，是一本关于鸟类的配图丰富的书。书中说：“在这种举动中，翅膀与肩膀举得更高，颈向后曲，几乎全掩没在两翼之下，那鸟在水面上，双足齐划，猛力前冲。”雄天鹅不但非常勇敢，有时还坚持完成孵卵的任务，这是很需要耐心的。

幼天鹅孵出后，背部有灰黑色的绒毛，随后会慢慢变成暗褐色的羽毛。这些羽毛渐渐地变成了白羽。但在幼天鹅一岁之前，这种变换是不完全的。在极少的例子中，似乎幼天鹅的羽毛天生就是白色的。

天鹅在北美洲也有其他种，且均比欧洲的大。其中有一种叫号手天鹅，翅膀长达7.8英尺。据说它是一种凶猛而好斗的鸟，但尽管如此，它的种类也日见减少。它的声音可与法国号角的突鸣相比拟。另有一种名为小天鹅的，现在还很多，它的嘴根是黄色的，喙是赤色的，而喇叭鸟的喙则全部是黑色。艾略特这样描写小天鹅的歌：“这是一首很悲凉而调子很合于音乐的歌，其音好像第八度音程中的轻弹。”

南美洲有一种小天鹅叫作“卡斯卡蕾”，但有些学者坚持认为它是一种鹅。其翼上最长的羽尖端是黑色的，喙与脚都是微红的。“它在陆上觅食，叫声响亮如喇叭，飞时的声音稍逊于真天鹅。”然而另外还有一种南美的天鹅，名叫黑颈天鹅，头黑，而颈的大部分也是黑色。在澳大利亚南部及塔斯马尼亚有一种美丽、颜色为黑或褐黑的天鹅，现在已非常少了。它身体虽是黑色，翼却是雪白的，“喙如珊瑚，而有象牙色条纹”，有些羽毛——如肩膀上的——卷曲得很美丽。澳大利亚的品种与其他地方的不同就是通过此黑天鹅的发现而更加明显的。英格兰有人豢养这种鸟，它固有的美丽和其奇异的毛色形成对比，使它赢得人类的赞美。

由此可见，天鹅类中有许多的变异，虽然它的种类并不太多。

天鹅为确定的鸭科之亚科，与鹅的关系并不太远，鹅是鸭的另一亚科。以前在英国，畜养天鹅的权利只限于有较大不动产者，但现在已经渐渐地扩大了。牛顿教授在它的《鸟纲字典》中告诉我们说：“伊丽莎白在位时，属于私人和公司的养天鹅场有900所之多，都是皇家养天鹅局所许可的，它们的管治权是通行全国的。”每年7月或8月份去观察重要的天鹅群，并在幼天鹅身上各加一个记号是很麻烦的。牛顿教授于1896年中写道：“英格兰最大的天鹅养殖场中，唯一的名副其实者，是属于衣尔却斯特爵士的，养殖场在弗利脱水上，地处多塞特郡的却雪尔海岸内，可养700～1400只天鹅，地方自然尚嫌狭小，但与英格兰各河边所有的天鹅相比为数极少。”

现在天鹅的数量并没有增加多少，但我们希望一切美丽的鸟都能生存不息。

沼泽间的麻

麻鳽是稀有的冬候鸟中的一种，我们喜欢它不仅是因为它的美丽和趣味，还由于它是一种属于英国的鸟。因为它常生活于英格兰和南苏格兰，无疑，当新石器时代的人——长颅、方形面颊、短小有力的渔猎者——一万年前在英国北部开始探险时，他们所常听到的一种非常刺耳的声音，便是麻鳽在泥泞中的叫声。但地平面渐渐地变迁，如50英尺高的海岸所示，使麻鳽所居的泽地日渐缩小。农业发达后，麻鳽逐渐减少。并且人们经常把猎取它作为娱乐，它的肉多少也是可食用的。到19世纪60年代末，麻鳽便离开此地，不再是生于此地的鸟了。直到1911年，才有好消息传来，特纳女士与文森特在诺福克郡湖区发现了麻鳽的巢。人们不去侵害它，麻鳽现在重新又回来了。1918年，特纳女士知道周围4英里内有7个麻鳽的巢，一直到1923年增至11个了。“现在，在湖区清晨的美景中，那打破寂静而有回响的一只麻鳽对另一只麻鳽的挑战声，已经成为许多地方经常听到的声音了。”这才是最好的消息，我们希望麻鳽将不再和我们告别。剿灭一种美丽的动物常常是由于目光短浅，但人们如果知道了保存其种类的价值便会对其加以保护。所以我们敢于赞赏麻鳽，自然当归功于特纳女士的《泽地之鸟》——富有科学及美术价值的研究成果之集成。



大麻鳽

麻鳽是鹭鸟中的一种，是一种大鸟，身长约2英尺，翼长约1英尺。细看就会发现，它褐色的羽毛中有许多的金黄色和黑色的纹，还有喉部羽毛呈白色，腿与足都是青而微蓝的。雄鸟与雌鸟同样美丽，也同样地不惹人注目，因为颜色的重要作用在于使这鸟穿了一件隐身衣。当麻鳽静立于芦苇间，嘴尖向着天空时，便成为泽地景物的一部分。正如毕克拉夫所说：“长条的栗色自颈部的前面下行，好像芦苇的影子，那淡色的底质和厚而暗黑的条纹极像那已枯的芦梗。”这只鸟与它周围的环境完全融合了。美洲麻鳽和小苇鳽有一个不同点，它们颈的背面没有普通的大羽毛而只有松松的绒毛。但这一区域的一部分却被竖直的长羽毛所覆盖，那羽毛生于颈的两侧，而在头后相遇。它们

与鹭相同，有几个地方的羽毛尖端有粉末，那是角质层状的小片，据说在梳理羽毛时有些用处。若以此粉末摩擦食指及大拇指，会有油腻的感觉。但这是错觉而已，它是干的，并无油质。更奇怪的是，它的中趾上有栉齿状的东西，但这在许多其他的鸟身上也是常见的。

麻鳽被发现时，虽然它的毛色足以藏踪匿迹，它也会放下直立的姿势而潜伏，头缩在肩上，颈向横面弯出。它张开其颈部的羽毛，并竖直它的冠毛。这时我们必须小心，因为它会突然伸直身躯，极准确、迅速地用嘴啄人，也许会啄敌人的眼睛。麻鳽不大喜欢飞，它飞得很迟缓，飞时如枭一般悄无声息，两翼扇动的节拍则比鹭要多。它能极快地奔走，在泽地中穿越而过。

我们感到可惜的是，麻鳽在鸣叫时并不把嘴伸向芦苇中或水中，而是把嘴伸向天，并且鸣叫的都是雄麻鳽。考沃德说过，麻鳽的呼叫声是一种“深沉的、牛鸣式的、有同调的声音，就算相距1英里多也可清晰地听到。我曾于5月的时候听到它整日整夜地鸣叫，且听到三四只鸟互相酬答。鸣声每一回重复三四次，每一音符间相隔一两秒钟，然后或短或长地停一会儿”。

它的鸣声被称为“牛鸣式”是很有趣的，因为这一个词语与它别的名称相呼应。如它的学名Botaurus、法文名称“Taureaud’étang”等都含有“似牛”或“似牛鸣”等意思。特纳女士说过，她的一个朋友夜间不敢从泽地的某一处经过，因为有一头“大牛在泽中鸣吼”，但她以为麻鳽的鸣声远不及牛鸣粗犷。她曾在3英里之外听到麻鳽的鸣声，那时是5月的晚上，明月当空，“红颈鸟在歌唱，鹬在鸣，田凫在叫唤，芦苇丛中的鸣鸟也在弄舌，好像它们的心也要胀裂了”，凡关心鸟的人都羡慕她这一次的经历。“在这许多歌声之中，夹杂着一种深沉的低音箫声，那是6只麻鳽隔着广阔的沼泽互相竞鸣的鸣声。”雄麻鳽在2月初就开始鸣叫，直到6月中才停止。无疑，那鸣叫是呼唤雌鸟的叫声，有时候雌鸟也答以低而尖锐的回音。但这种牛鸣式的鸣声也表示向另一只雄鸟的挑战，其他雄鸟会马上勇敢地回答。从鸣声上理解，雄麻鳽在空中飞行自炫及空中两雄间的争斗都有类似的意义。与牛鸣声不同的，还有两性间互相呼唤时的粗犷的埃克、埃克声，还有一种不同的声音是幼鳽向亲人求助的勃勃声，其声很像用竹管在一杯水中吹气而发出的水泡声。

它的巢是一个简单的结构——芦苇荡中一堆枯的芦苇而已。雌鸟产3～6枚褐色的卵，约3个星期而成雏。幼鸟出壳后两三日就非常活泼，而且从开始就好争斗。它们显出一种奇异的稚态，用其两翼越过其巢，或于立直时用来支持其身体。它们从早到晚，每时每刻都需要食物，母亲猎取鳗鱼来喂养它们，非常忙碌。特纳女士曾对幼鳽做过一次活灵活现的描写，四五日大的幼鳽，立着高约6英寸，波浪形黄褐色的绒毛长而软，掩着它的脸部，身上赤裸的部分有滑手的蓝色粉末，它偃伏、直立，向后踢足或伸嘴攻进，非常像一个活的黑面木偶。

长到一个星期后，你要攻击它就没那么容易了。稍见危险，它们便藏匿到芦苇中，它们柔软的黄褐色绒毛与芦苇暗褐色的鞘及嫩芦自身的颜色完全调和。它们能一动不动地躲避过危险，因为它们在喂食时不会大声喧闹，它们在没满10个星期前不能高飞。麻鳽吃蛙、水蜥、鱼等沼泽的小动物，它们对于人类绝无害处。它们也许有些天敌，如泽鵟，但它们的繁殖范围极广——从爱尔兰到日本及非洲全部的泽地，足以证明它们能在那些地方永远地生活下去。

住在河边，常会看见 们在嬉戏，那自然是一种很幸运的事情。我们不能随时看到 ，但可以看见它的次数要比一个偶然观察者所想象的要多些。它是娇小而坚实的鸟，长约9英寸，几乎没有尾巴。它的颜色使它不引人注目，背部呈暗褐色，腹部是灰白色的，到了冬天都会变得暗淡一些。

观察 是一件非常快乐的事，它的动作活泼至极。它的隐身技艺算得上艺术家级别——它不但会连续地翻跟头和潜水，还能用别的方法突然消失不见。究竟它隐匿的把戏是怎样完成的，我们也不知道。就是那潜水的动作也非常迅速——即使看过一百次，我们的眼睛也不能断定究竟看见的是些什么。它翻一个跟头出水，然后头向下潜入水中，但我们的字句太拙，不能描写这种奇异的身体技能。在水面下，们用它栗叶式的足敏捷地划水，那小腿显出奇异的连环式的适应。

麦吉利夫雷的观察也许是可信的，他以为它在水中也用到它的翼。如别的水鸟一般，它会在水面下“飞行”。　　经常在离开潜水点很远的地方重新迅速地出现，足见它在水面下的行动是极快的。如果　　同时用足和翼，那可以说它又变成一种四足动物了，因为鸟的祖先就是四足的爬行动物。



小

　　常到湖中、池中和河流流速慢的地方，从高处的荒地到海滨上都有它的足迹。到了冬天，一部分湖冰冻了，水中的小动物也极少了，它就常到河口，它美丽的形态使得河口富有生气。除了少数从遥

远的北方到英国来过冬的和从英国的一处迁至另一处的鸟外，　可以说是英国的居留鸟。它不大习惯飞行，但它飞行时却很快，而且是沿着直路飞的。如果被追赶，它更会飞得很快，那是很令人惊讶的。

　　　以水中昆虫的幼虫、水蜗牛、小鱼及水草等为食。因为它的食单上的食物比较少，所以不得不时时潜水觅食。许多鸟往往勤于觅食，从而弥补其食物的缺乏。

　　知道　雌雄间求爱情形的人很少，这是很可惜的。如果能有赫胥黎教授细心研究　那样的收获，那就好了。交尾的　很欢乐地互相呼唤，发出怀脱、怀脱的声音。它们会共同工作，造一个很大的巢，巢或浮在水面，或附着于灯心草上，或系在水中的树枝上，或筑于浅滩上。总之，巢是筑得很安稳的。所以中央盆样的凹处常在水面之上，绝不使水浸着巢中的卵、孵卵的亲鸟或新生的小鸟，否则太危险了。

　　巢是用水中的植物做成的，这种植物死时即发酵，因此增高了巢中的热度——有利于卵的孵化。腐烂的植物所生的热量使巢中的卵容易发育，因此亲鸟们乘机嬉戏，而任由细菌活动所生的热度孵化其卵，如果没有细菌，腐烂就不会发生。在巢留待发酵时，亲鸟们采了一层杂草掩在卵上。造巢孵卵是雌雄两者共同的工作，每年孵卵两窝，在4月至8月之间。卵与其他　的相同，两端都尖，即两端相似或几乎相同。卵壳白垩色，但因裹在潮湿的草中而沾染了斑点，一星期之后，就全被草色所染，几乎看不出有卵了。

　　雏鸟是动人的小生灵，其黑绒毛渐渐变为褐色，红斑或玛瑙似的条纹则渐渐变为白色。双亲共同喂养孩子，很早便开始实施教育。雄鸟或雌鸟常使它们伏在背上，带着它们出游。亲鸟潜水时，雏鸟便被迫而游水。如果遇到危险，那么雌鸟会将雏鸟挟在翼下，它们就是这样潜入水中的。我们听说雏鸟在巢中伏在其母的翼下，当它们的父亲衔着食物走近其巢时，它们便探头而出，非常可爱。当幼鸟的潜水和游泳的本能起作用之后，它便学习辨识哪些是食物，哪些是天敌，并且与双亲一同游玩。但若白天遇到了巨大的惊扰，家庭中的各个成员便各自分散，而不再一起居住了。

蜂鸟

蜂鸟主要是（虽然不是绝对的）花的造访者，它自身也像是一朵在飞舞的花。无疑，有些蜂鸟是山鸟，会飞到安第斯那样高的山上，与积雪为邻，但大多数总是要与花为伴，因此会伴随夏天而至。



棕胸铜色蜂鸟

说到蜂鸟而不说一句过奖的话是很难的。它的颜色是如此美丽，奥杜邦称它为“虹的闪烁片”，而布丰写的是“绿宝石、红宝石、黄宝石都在它羽毛上闪烁”。它的运动美丽而轻巧，当它振翼飞舞，或在花间跳跃时，好像一只蝴蝶。古尔德在关于蜂鸟的一本专著中，称它为“活的宝玉”，其实还不止于此——简直是舞的宝玉。它的种类极多——至少有500种——这是它成功的一种事实。每一种数目都极多，好像它是昆虫一般。还有一种动人的地方就是它的饮食非常精细，正如很早的一个观察者在1671年描写金蜂鸟道：“这是一种极小的鸟，只于夏季中才能见到，大多数是在花园中，从一朵花上飞到另一朵花上，吸食花中的蜜，和蜜蜂的举动一般。当它在花上掠过时，并不在花上逗留，而是飞舞而过，用极长的嘴吸取花中的甜质。”事实上，蜂鸟吃蜜，也吃昆虫，并且有些蜂鸟是以昆虫为主要食品的，不过它吃的东西总是很精美。

它的身躯娇小，非常动人。最小的只有2.25英寸长，其身体还不及最大者安第斯大蜂鸟的一个头那么大，后者等于中等身材的褐雨燕。我们观察一个小蜂鸟，往往疑问它的体内是否具备了所有的器官。牙买加的蜂鸟全体约长2.5英寸，它的巢的直径只有0.75英寸，卵长0.28英寸，宽0.2英寸。这真可谓是“具体而微”了。

蜂鸟只局限于新世界中有，它们广泛分布于自巴塔哥尼亚至阿拉斯加北纬61°的地方。它在多山的地方最为成功，它分布的中心区是在北安第斯。还有一种隐居的蜂鸟只有巴西有。关于这种蜂鸟，里奇韦博士在他关于蜂鸟的回忆录中写道：“它是色彩非常鲜明的鸟，且有一些金属光泽，有时候没有，但不居住在日光中，也不在花丛中取食，而是居住在阴暗的森林中，且全靠树叶及树枝上的昆虫为生。”

在温暖的地方，蜂鸟也是候鸟。例如金蜂鸟夏季的家在北美东部，到了冬天它一直向南方迁徙到南方的巴拿马地峡。它和其他的蜂鸟迁徙的路程超过2000英寸。里奇韦博士说：“只有在南佛罗里达和加利福尼亚温暖的山谷中的几种蜂鸟在美国境内过冬。”他更注意到了它高飞的范围。有一次，他看见过一只内华达畜牧场上的蜂鸟高飞至6000～7000英尺。就在同一天，他还见一只同类的蜂鸟飞达6000英尺之高，越过了东洪堡山的最高峰。

蜂鸟飞的速率大概比猜想中的速率低，奇异的是每分钟每只翼的颤动数非常巨大。卢卡斯博士计算其数目约为500次，而在同样的时间内，振翼较慢而飞行不慢的塘鹅只有150次左右。每分钟振动500次必须耗费许多的精力，所以蜂鸟的心脏非常特殊便不足为奇。它的飞行动力很小，可以被蛛网所牵住！它不能在地上奔走，只能待在树上和空中。

蜂鸟的嘴往往是细而长的。有一种蜂鸟嘴长4.5英寸，比它的全身还长。蜂鸟的嘴大多数是直的，但有些是向下弯的，而反嘴蜂鸟的嘴是向上弯的——这些奇异的弯曲显然是为了适应于对付花冠弯曲的花。下颚合在上颚的槽中，所以那合着的嘴很像一根管子。与其特别的嘴相对应的是其极长的舌头，伸出缩入非常快。舌根是圆管式的，但约在舌的中段分裂为二，成为两个自由的舌尖。每一条舌尖都是半管形或槽形，都有向上弯曲的膜状边缘，但其末端则略有擦损。整个器官非常适宜于吸食花蜜和常住花丛的小虫。在有些例子中，蜂鸟的确是有益于其所接触之花，因为它能把一朵花上成熟的花粉带至其他花上，还有些蜂鸟会把花中的害虫杀掉。

蜂鸟在生存的竞争中非常成功，这从它某几项行为中可以看出。它富有冒险精神，常飞近观察者面前，似乎要详细地观看他一般。它“对于人类的信任非常可爱”，竟会受人的教导而向前食蜜。雄鸟好斗——虽身体小但脾气非常大——在繁殖期不但与其同族相斗，且会驱逐它巢边的其他大鸟。蜂鸟间啾啾的谈话是很多的——表达喜悦、高兴、愤怒和惊悸，但各种雄鸟“除了啾啾的鸣声外，是否还有近似于歌唱的鸣声是很可疑的”。至于嘤嘤之声那当然是由两翼快速震颤而来的。除了在造巢方面似乎的确有智慧的表现外，它的智慧怎么样，目前知道得很少。因为有时候它的行为已超过所谓本能的日常生活，如据我们所知，它会把一块石子或一堆泥土放在悬着的巢一边，以防其倾覆。

蜂鸟的巢掩藏得很好，如果人们不是出于偶然或见到蜂鸟从巢中飞出，很少能发现它们的巢。巢中常产两卵，色纯白，稍微有点长圆形，就好像两粒小豌豆，但我们知道这也是照着这只鸟的身躯比例来的。孵化期为12～18日，一季中往往产卵两窝。

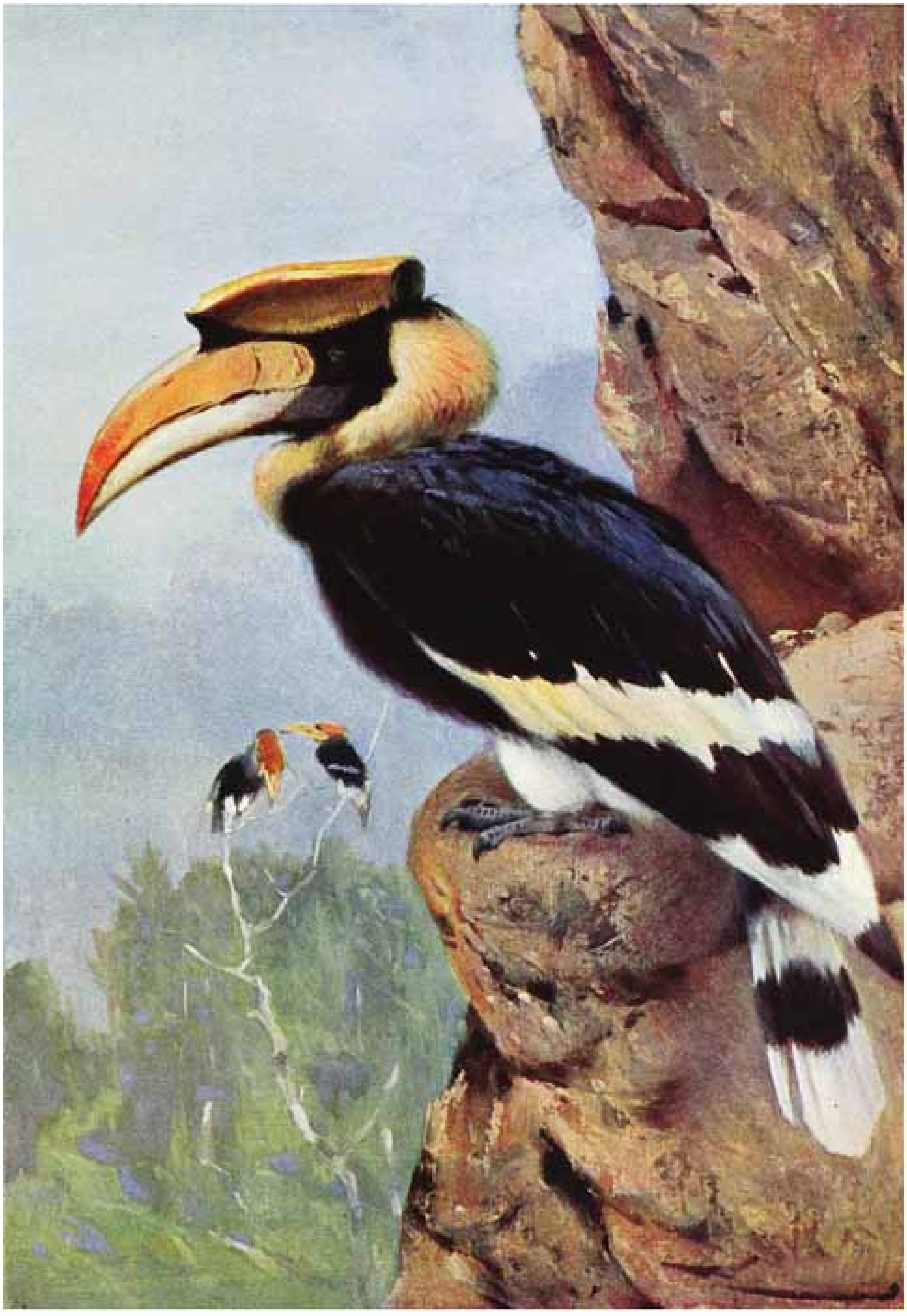
因此我们知道这些娇小的鸟——有些比土蜂也大不了多少——在这拥挤的世界内也有立足之地。它的天敌很少，极易获食，而它的巢

也不易被发现。正因为这些原因，它也许才免于生存竞争的激烈淘汰，这种相对的自由也使它如那些它所接触的花一样茂盛地发展。

犀鸟

许多热带森林的鸟都有坚硬的嘴可以啄碎坚果，但很少有像犀鸟那样用嘴当武器的。长而锐利的嘴可以用来啄各种食物，从根类、果实到小龟。它还能在树上啄出一个洞，使其变成自己的巢居。它飞时有声，高出树头之上，发出一种咯咯的叫声，好似汽笛的呜呜声或驴叫。雌犀鸟的故事是很奇异的。当雌鸟在巢穴内生了卵，将伏在卵上孵雏时，它先用黏土将巢的出入口封闭，只留一个小孔。善于观察者说，它之所以用其预先收集的东西（泥土及树脂）将自己封闭起来（此种工作虽然雄鸟也参与，但大部分是由雌鸟自己做的），目的大概是要保护它自己和幼雏不受到猴和蛇的侵害。其他的观察者坚持说，巢穴的门是由雄鸟在外面打造的。大概这两种观察者都没错。无论如何，雄鸟的确是常在巢边的。

雌鸟在巢穴里不会饥饿，因为雄鸟会从泥墙所留的小孔中喂食食物。它到了树上后，发出一种作为暗号的叩门声，雌鸟便昂首朝向洞口，来接那多汁的果实，或是一只蛙，或是一只鼠。在有些例子中，那食物是包在一层薄皮内，从雄鸟的砂囊里脱下来的，这包着的食物非常像一根腊肠。雄鸟工作很卖力，很辛劳地供应妻子的需求。过了些日子小鸟已经孵化，雌鸟准备离穴时，它却已经瘦得不成样子了。有时，它竟然会因疲劳过度而死！



双角犀鸟

还有一种吃果实的大嘴鸟，就是那颜色非常绚丽的美洲热带巨嘴鸟。它那橙黄色的大嘴两侧是平的，形似龙虾的爪。嘴虽极大，但其重量不至于会妨碍巨嘴鸟的飞行，且在采集果实时是一个非常有用的工具。身体笨重的巨嘴鸟能安稳地站在一枝舒适的树枝上，用它那大嘴的嘴尖采集周围细枝上的果实。

麝雉

热带中辉煌的鸟为数甚多，非洲有闪光的太阳鸟，南美洲有如活宝石般的蜂鸟，新几内亚岛的丛林中有美丽的蜂鸟。但在博物学家看来，丛林和湿地的鸟中，再没有比麝雉更有趣的了。这种奇异的鸟产于英属几内亚，是爬行动物纲与鸟纲间活的链环。在它的生活状态中，它像爬行动物的部分比它像鸟类的部分要多。正如彼得所说：“对于它，时代的昼夜变动对其影响要比别的有机生命要慢得多。在它们古典的类似爬行动物的各点——声音、动作、臂、指、习惯——中，它们把过去时代的暗淡时期结束了，而且再将地球上鸟类生活的幼稚时期带给我们考察。”

麝雉的巢常筑在水面上、荷花塘边或河流沿岸的树中，它的巢仅是平台样的一堆枯梗，中间略凹，并且常常很松散。巢离水面6~15英尺，有时更低，偶然也有筑在高出水面约50英尺的高树上的。麝雉非常温顺，非到侵入者摇动其巢所在的树枝时绝不离巢而去。虽然栖息在同一枝上的另一只鸟被击到地上，而同栖者仍坦然整理其羽毛，不怎么特别注意同伴的尸体。但到了最后，那些鸟发觉巢已被动摇，才开始咯咯地发出其奇异、粗糙的叫声。雌鸟的声音比雄鸟更为沉着，咯咯的声较多，但两者普通的音调却有些像蛙的咯咯声。

麝雉的家是在一种称为“品泼勒”的有刺的树上，树生于河口黑潮所到的湿土上。树上满生着巨大的刺、淡而艳丽的花，颇似紫藤，其叶色青而软，就是麝雉的食物。麝雉就在这种树中度过光阴，在交叉的枝上筑巢，并密伏在所生的卵上。日光太热时，雌鸟栖在巢的边缘，而以其自身的影子掩护其雏。年复一年地它住在这同一个地方，因为它强烈的麝香气能使它的天敌远远躲避，而它也因此得到了安全。

花亭鸟

有许多的鸟会建造非常美丽的巢，例如金翅雀的巢就是一个杰作，不仅美丽而且实用，能使巢成为一个既柔软又安稳的雏鸟的摇篮。花亭鸟却强烈地喜欢美丽而无直接的用处的东西，似乎只因享受美丽而造设这些美丽之物。这些鸟不但建造形式很动人的凉亭，还将其装饰得很美观。花亭是雌雄交际的地方，在它们成为配偶之前就已经造好了。亭与巢无关，巢常筑在树上，是普通的构造物。

花亭鸟与蜂鸟的关系很密切，与乌鸦的关系也不远。它常显露出美丽的羽毛，但不能与华丽的雄风鸟相比。它的歌与其说是合乐音，不如说是很有力的。它在美丽与音乐方面所缺少的却以花亭的装饰来补偿。它有许多种，但均限于生活在澳大利亚等少数地区。

我们且以锯嘴花亭鸟为一个简明的例子。它在树旁边开辟一个圆形的场地，把所有的树枝、树叶和小石等搬开，绕着这场地的四周插下攀缘棕榈的卷须，向内弯去；然后寻觅背部为银色的树叶，整齐地铺在整理过的地上，叶的光面向上；接着栖在上面的树上，但常常跳下来把被风吹开的叶铺好，或把被风吹得反转的叶子的银色一面重新翻向上面。在这例子中，雄鸟会造这样的一个游戏场，雌鸟也会造一个。雌鸟坐在树枝上，静静地等待求爱者的到来。它除了在游戏场中阔步或将萎缩的树叶去掉外，终日唱歌，往往要费许多的力量。

缎蓝亭鸟的布置更加精致。它的雄鸟是紫黑色而有光泽的，雌鸟是灰绿色的，花亭似乎是雌雄两者所共造的。最初它只在空地上用树枝架起数英寸高的平台，再在其上用小枝搭成拱道，顶上或开或闭。拱道上常饰有弯形的蔓草。此外还有别的东西，如入口是由蜗牛壳、白骨、有光泽的羽毛等搭成的，这些东西是它从附近的地方收集来的。它花费许多的时间，在拱道处或出或进，追逐其爱好的配偶。它阔步、鞠躬，并显露它的美丽的羽衣，雌雄两者似乎都十分快乐。

最近一个观察者描述那花亭像一个倒置的拱门，顶上是张开着的，立在一片小小的旷地上，以两旁的羊齿与灌木为一天然的篱笆。在入口处有白骨、陆地贝壳、数枝鹦鹉的蓝羽毛、几片蓝玻璃及约20枚花瓣——主要是堇菜。“为去采集这种花，它必须到离此地两三英里远的人家的花园中。”

有时候，在一美丽的红色九重葛的丛林下，有领花亭鸟在一个低低的平台上造了一个长亭。它是颜色朴素的灰褐色鸟，有晕色的红堇色的颈，雄鸟的较为光亮。它自身所缺少的颜色常用采集的东西来补偿，如在亭前撒满了鲜艳的花、蓝桉树的红浆果、小的哺乳动物的骸骨、别的鸟的光亮的羽毛、闪光的贝壳。如果它住在已废弃的掘金处附近，炫耀品中还可以加些玻璃的碎片，甚至是空的铅罐。它显然是被光亮的物体所吸引。我们在书上读到过，一个博物馆中所陈列的花亭标本所包含的大半是一堆装饰品："装饰品中有一大而白的单壳类的贝壳；大的陆蜗牛的壳，约有400个；发光的石子，大概是火石及玛瑙；颜色光亮的种子壳；四足兽的白骨以及别的有趣的东西。"雄鸟在这些炫耀品前昂头阔步，好像它因这些收集品获得光荣一般，而因此更加兴奋了。最后，为了某种它知道的最确切的理由，它把一件特别好看的东西衔在嘴内——或许是一片树叶、一朵花或一根羽毛——举得高高地挥舞着，冲到它的游伴面前，两翼颤动，在花亭中或进或出地追逐伴侣。过了些时候，它们便同去树中造巢了。

另有一种有领花亭鸟，用小枝编织成高4英寸的平台，花亭本身高16～20英寸。其装饰品都是普通的物品，其中有从数英里之外的海滨衔来的贝壳。雄鸟爱好自炫，非常快乐地舞着跳着。有一次有人看见它衔着一条长而干枯的红蜈蚣，一连衔了数日。也许是此物恰好投其所好，它把蜈蚣衔在嘴中舞着，好像一面旗一般。这种行为究竟含有何种意义却是不容易想象的，到底这光亮的东西是此鸟的爱情记号，还是仅用来挥舞，好像手杖一般？除了这一只花亭鸟外，在这花亭中所见的来客足有半打之多。但是，我们仍然不懂其意义是什么。每有一只雄鸟到场，其结果总是相同的，即雌雄两鸟成为一对，飞到树上去筑巢。

最大的花亭是牛顿花亭鸟所造的，它在两树间用树枝筑亭，覆盖上蔓草，用白苔羊齿及花朵做装饰。亭高10英尺，阔8英尺。亭的主要部分附有矮茅舍样的建筑，但谁也不知道这有什么意义。花亭鸟确实有许多谜一样的行为。

但最美丽的花亭是园丁鸟所造的，各种不同的园丁鸟所造的花亭也各有不同，但都很奇异。贝卡利博士对新几内亚园丁鸟的爱情生活有很好的记录。它是一种朴素而带红色的鸟，大小约与鸫差不多。它选择一片高约3英尺的以小灌木为中心的地方作为基地，造一个由苔藓

交织而成的圆锥体，可以增加中央的柱子的支撑力；然后将树兰细而直的枝像屋椽一般地排列，一端搁在地上，另一端搁在中央的灌木的顶上，结果形成一圆锥形的木屋，地上的直径约3英尺。那四面放射的草样的椽的叶子依然还在，经久不枯。这种托生在树上的兰常常是这样的。这作为花亭已经很好了，但还不够。细椽会用更嫩的小枝来缚牢，再把苔藓盖在上面，成为一个做得很好的美丽屋顶。中央的柱脚与各椽的下端间的空处成一游廊，几乎是圆的，实际是马蹄形的。

但还不止这样而已，在木屋的出入处的前面有一个软苔的小牧场，这里的苔平滑而光洁，没有茅草、杂草、小石或其他与布置不和谐的东西。在这个美丽的绿色毡毯上散布着花朵与颜色各异的果实，特别像一个美丽的小花园。那收集的品种也许包含光艳的菌类和昆虫，有些散布在木屋内部，跟散布在园中的一样。一切干枯而萎缩的东西都被更换为新鲜的东西。园通常比木屋大，但两者的用意相同。它的意思是表示对于美丽之物的一种喜爱，而那种喜爱是与求爱相关的。至于它的巢则与普通的相同——仅仅是树枝上的一件简单的东西而已。

这一切的意义是什么？花亭的建成是需要时间与精力的，光亮的东西常从很远的地方衔来，它们并不是任意放置的，它们的安排是几经试验的。

或者我们可以下两个结论。寒鸦与别的乌鸦科的鸟所表现出的对于光亮物品的眷恋到了花亭鸟算是达到了最高的境界。它的爱好是我们喜爱美丽物品的开始，但还与求爱有关系。展现美丽之物是为了吸引它所爱慕的异性。或许与雄花亭鸟的羽毛不美丽而歌喉又不动人的事实有关，所以那“美丽的宴席”是艺术的一种形式，是用来表示爱情的。在预备这些美丽的宴席时，雌雄之间因感情相同而互相结合，一直到它们结婚生活。

第十二章

在陆地住惯了的游历者

龟好像采取了“小心开慢车”的生活规则，它无论做什么，都极审慎。它慢慢地吃，慢慢地长大。我们可以数它角质背甲上圆纹的数目，来断定它的年龄……

当鸟类或哺乳动物还未见踪影时，数百万年中，爬行动物已算是地球上最高级的动物了。但大多数古代的爬行动物和现在的很不同——有些很大（如载域龙的股骨有6英尺长），有许多住在海里，有些能飞腾（如翼手龙小的像雀，大的像信天翁），有些还是两足动物。这些古代有鳞的动物灭迹以后，多数没有留下直接的后裔，有的变为鳄鱼、蜥蜴、蛇、龟和其他爬行动物。最古老的一种叫作“新西兰岛蜥蜴”，即楔齿蜥，是已灭亡的种族的唯一留存者，所以有时也被称为“活化石”。更重要的事实是，各种灭亡的爬行动物演化出了飞禽和走兽。关于这些我们所讲的已经够多，现在只略举几个爬行动物生活的例子。

爬行动物、两栖动物和鱼类，都是变温的动物，其体温和所处环境的温度相近。它们比鸟类和哺乳动物更受环境的限制，并且行动也没有那么自由。再者，按身体大小比例，它们的脑部较小，智力也发育得不及鸟类和哺乳动物，所以我们也不要期待它们会和高等脊椎动物有同样有趣的行为。

爬行动物的感觉并没有什么奇特的。蛇依赖触觉为生，就靠它的闪动的叉形的舌，伸出伸进，频率很快。无论试验何物，它都用伸缩不息的舌尖。爬行动物的视觉往往是很敏锐的。看一看变色龙在审度远近时是如何准确，就觉得非常有趣。有时隔7英寸远，它就能吐出很长的舌尖来攻击小虫。舌端胀得像粗棍子头，并且很黏。

许多爬行动物有敏锐的听觉，例如马达加斯加鳄。雌鳄把那像鹅蛋般的卵深埋在热沙里，一巢有20～30个。有时卵距地面2英尺。卵在这里孵化，形式上的确不便利，但在12个星期以后，当小鳄将要出壳

时，会发出如呃逆般的声音。常在上面卧着的母亲就知道出壳的时候到了。于是它掘开泥土，以免刚孵出的小鳄活埋在内。某博物学家曾经尝试筑篱把巢围起来，可是一部分最终还是被雌鳄毁坏。他再造一个较坚固的篱笆，雌鳄却在下面掘出一条沟。它自己虽然没有进去，却设法救出了它的孩子，并带它们到水里去了。这个博物学家又放几个鳄卵在雌鳄房里的箱子里，再用2英尺厚的沙把它们盖上。当雌鳄走过或拍箱子的时候，小鳄在里面就会咝咝地作声。或许它们听得出母亲的动作，虽然它们不知道那些动作代表什么意义。小鳄上颚端上有一个“卵齿”，这就是用来钻破卵壳的。到两星期大的时候，这个牙齿就自然脱落。还有一件奇事，就是新孵出的小鳄比卵壳的尺寸大得多。这还的确是个疑问。卵只不过3英寸左右长，但却能产出11英寸长的小鳄来。当然它在卵里面是盘曲的。但即便这样，又怎能容纳得下呢?

小鳄本能地作声，这是我们前面已经知道了的。换句话说就是在先天生成的能力中，它就能发出这信号。它并不用练习或学习，也不需明白它所做的是什么。爬行动物当中有很多本能的行为。我们拿美洲的软壳龟作例子，它的学名是Aspidonectes。它是一个游泳健将，能在淡水藻里捕食蝌蛄和昆虫的幼虫。它在陆地上也能习惯爬行的生活，人几乎跑不过它。它喜欢在浮木上晒太阳，并且常向水卧着，所以即便遇到危险，也很少出事。在初冬时，它常自己在软泥里来往摆动往下沉，一直到霜线以下为止。以后它会在那里静卧数月。雌者选择地方产卵的时候非常仔细。它在地上掘开一个洞，产些卵在洞内，上面用湿土遮上，在上一层再产一些卵，然后用土盖上，踏实。若在产卵时被干扰，它没有走开以前一定设法掩埋严密。这种龟个个都这样做。这是循例的本能行为。

新孵出的鳄会咬你的手指，但这并不是智慧行为，只是一种称为“反射”的本能行为。例如，我们看见石头打过来的时候，都会把眼睛闭住。新孵出的龟能在黑暗中走到水里去，你要是把它的头揪向别的方向，它能自己更正。但是这不是智慧，这是生来的本能，像飞蛾被烛焰吸引一样。由无路可认的海中，吃鱼的龟年年寻路到同一个沙岛上去。我们不明白这样的“回家”行为，但是敢说这的确不是出于智慧。“回家”行为多少带点记忆力，我们曾见蛇离开人6周后还能记得人。

有种大的美洲蜥蜴，称为“鬣蜥”，平常很温和，但为了保护雌蜥，也会发怒。这在人类里，就得称为“有胆量”。爬行动物心里也许真有很多的感情我们难以想象。至于智慧也许也是这样，现在让我们从蛇这里来考察这个问题。

蛇

许多人相信蛇是有智慧的，但事实上这并没有很充分的证据。这些奇怪的没有四肢的爬行动物，在行动、捕食、进攻、逃避等事上毫无疑问是很有能力的，但是它究竟有无智慧尚待研究。它所有的只是天生遗传的能力而已，只有对付简单的日常问题的本能。它并无显示创造力的确证，它的智慧似乎是很低的。我们一定要记得——当一种动物的禀赋使它足够在每日生活中战胜大多数的困难，它就不大会显现出其悟性了。动物很少表现出超出天生本能的智慧。

就算蛇的心理能表现出来，也不能说它聪明。试举莱亚德所讲述过的一个锡兰眼镜蛇的故事来说明。这蛇曾探头进一个洞中吞了一只蟾蜍。但是洞口太狭窄，吞食后，头部胀大，不能缩回，所以不得不吐出想脱逃的蟾蜍。“蛇当然是舍不得的。它再把蟾蜍含住，仍竭力试图脱身，并又把它放弃。此次却得着一个教训。它只咬了蟾蜍的腿拉出来，遂胜利地把它吞食。”用“胜利”二字好像有点将畜比人，但是一般都觉得眼镜蛇的心当时是激动的。如果可以照样试一次，我们会更满意些。我们急于要看眼镜蛇再吃第二只蟾蜍时，能否一“下手”就咬住一条腿。若是它这样做了，就证明它也能凭智慧来学习。首次能成功，也许很多时候是靠运气的。

关于感觉，我们已经讲过那条当触角用的伸缩不定的舌头。蛇的眼睛发育得很好，只是缺少一种普通的肌肉——缩肌。当这种动物在阻碍物当中爬行时，眼睛之所以不大会有危险，是靠前面盖有整片的透光的膜。蛇没有耳鼓，所以我们敢说听觉在它们的生活中是无关紧要的。

为什么那么多人相信蛇聪敏呢？我们必须从普通人对于蛇的敬畏中去找原因。普通人之所以怕蛇，当然是因为它运动的奇妙，无从捉摸，并且它常能咬死人。无论如何，从最开始的时候，人类早把蛇当作地上魅力的象征。原始人是相信一种具有象征意义的动物含有所象

征的力的品性或才能的。所以相沿下来，人们就认为蛇比陆地上任何动物都更要狡猾些。它看起来很普通，却被许多人认为有特别的智慧——这也太宽容、太夸大了。

许多人相信蛇能做很多事，但这是不可能的。虽有人说亲眼看见蛇把它的尾巴放在嘴里，使全身形成箍状或轮状，实在是无稽之谈，这是蛇做不到的。

据说一条蛇能吞掉另一条蛇，而同时别的蛇也正在吞它。曾有人记录下来说，两条蛇同时吞一个动物时，会各吞一半，到中间相遇。

霍纳迪博士是纽约动物园的董事，对蛇和许多别的动物都很有经验，他相信我们这里所说的蛇只有有限的一点智慧。现在引用他的话，当然是很公允的。他所著的《野生动物的心理和行为》里讲到蛇的"敏锐的智慧和推理"。他相信"一切动物能对付新环境，在大难临头时，能保护它们自己"。但是蛇有蛇的效率，没有人会疑惑，不过它的智慧和灵活性也并非"推理"。推理实指一串推究。

霍纳迪博士自述他的经验如下："我深信在所有脊椎动物中，我们对蛇了解得最少，而误解得最多。世人多贬蛇好斗，远过其实，并且对它的智识又过于低估。"他举出斜格纹的蟒蛇一例：这蟒身长32英尺，在从新加坡运去纽约的路途上，"它在应该蜕皮的时候无法脱去它的皮"，只得由人代为剥去，以救它的生命。一开始它蜷曲着抵抗，但是五个蛇夫静静地工作，安慰着它，竟一直剥下去，都很顺手。"一点多钟的时候，连剥眼和唇上的死鳞时，它都不抗拒。我曾见许多病人，受的痛苦比这个小，而抗拒医生却很厉害。这条森林里新捉来的野蛇很快就认清了它所处的地位，并且居然能表现出理解，真使人惊奇。我不知道有哪种成年的野兽能在同样的情形下表现出这样的智慧。"

所谓"智慧"二字，当然大有不同。但是我们很疑惑，这条蟒蛇能否像霍纳迪博士所信的那样有智慧地静伏。它所处的环境，有很多地方可使它不抗拒。我们一般认为，蛇有许多天生的动作方法（反应能力），足够应付各种一般情况，并且当意外的事发生时，它们能设法保护自己。假如它们没有这样的效率，或许还要智慧些。



蟒蛇

人们常说蛇还有一种迷惑鸟的能力。我们曾见过这种事，虽很有科学的意义，却是很惨的一幕。蛇好像把鸟吓僵了，许多动物都会因为害怕而麻痹的。它看起来并不像被迷惑或被蛊惑了，而似乎是恐惧得发昏，僵硬地动了两三次，就傻乎乎地站在那儿了。我们有时候看见小马被汽车吓呆，好像冻死的动物一样僵硬，甚至要等我们来搬开它。所以，联系到这所谓迷鸟一事上，我们也只是觉得蛇有效率而已，仍然无所谓智力。

蝰蛇

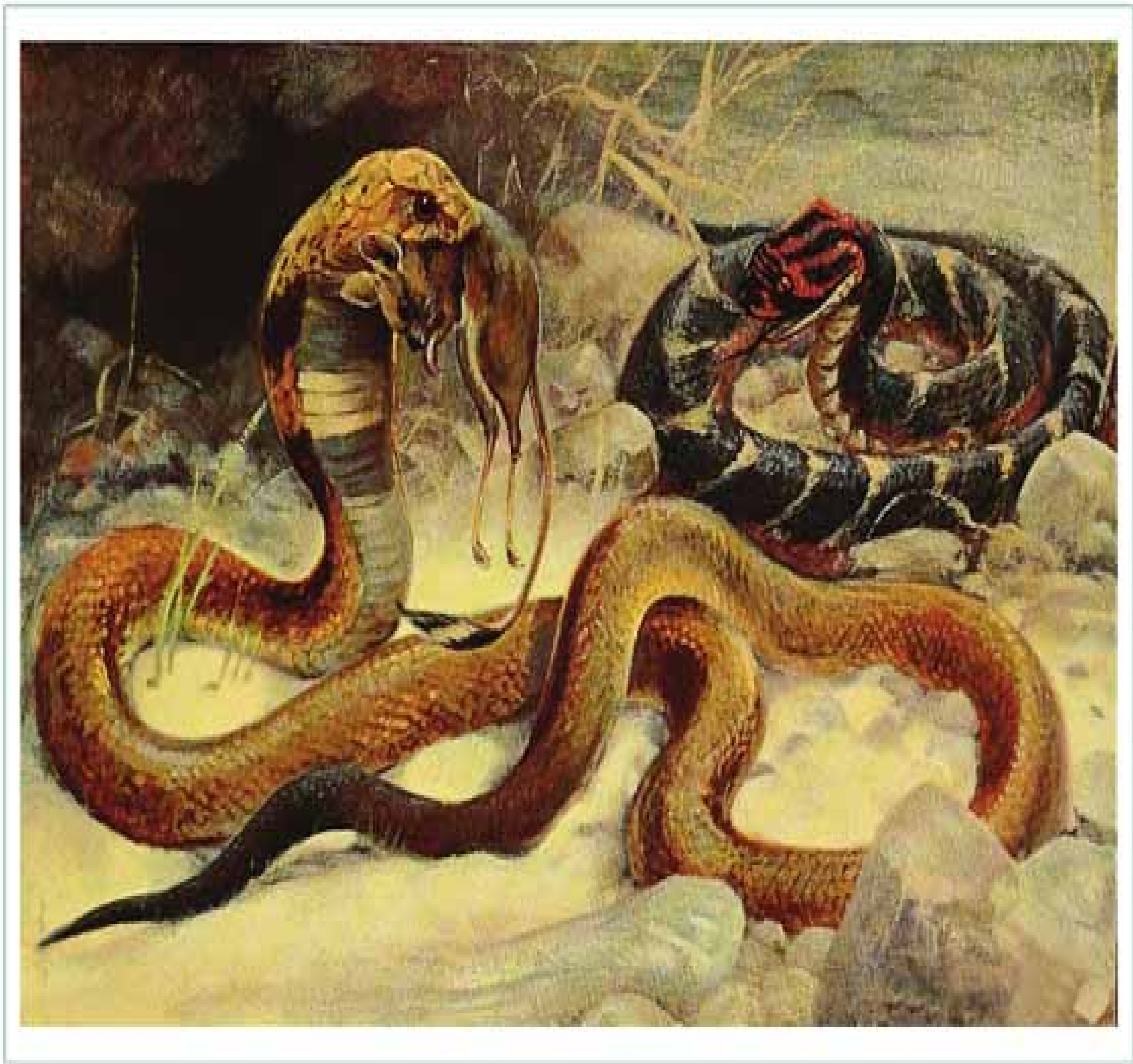
至少从穴居人那时起，也许再早一点，史前人有个偏见，使我们至今对普通的蛇，尤其对蝰蛇不会公平地看待。在多蛇的地方，很容

易从事实上判断这成见对不对。但是即使这样，也不能阻止我们照蝰蛇所应受的那样称颂它。它的形状是可爱的，头比颈宽，身体向后变尖，最后是一条短尾。蝰蛇在颜色和斑纹上有特点，比如头后的十字叉。我们和彼特鲁乔都认为“它的花纹令人大饱眼福”，它们的确长得很美丽。谁都不能不惊叹这动物动作的迅速。扭曲的身体忽然伸直，向前急趋，好似用肋骨代桨，在地上划动。罗斯金说：“吓它一下，盘曲的身体就变成一支扭折过的箭、一条含毒的生命波射过草中，像掷出的枪一样。”

每对肋骨尖附着在横生腹侧的每片大鳞上。有种肌肉撑起这些鳞，使它们的后缘紧抓着地面。这些肋骨移动时，使鳞复回原处——结果长长的身体便向前进。这倒好像是许多根篙撑船，却不像许多条桨划船。

蝰蛇一身有许多种形状，适合于在乱草和碎石间爬行。这些肋骨把没有四肢的动物变成多足的马陆。当我们走近时，它窜得多么快！它靠深的球窝节骨和双关节的作用，使那么多的脊骨能自由地左右运动，而没有脱节的危险。它内部的每样东西都有利于身体的伸长。像肝，通常是宽的，在蛇这里就变为狭长的；两个肾也不是左右并列的，而是前后相随的。内部没有安放两个充分发达的肺的余地，所以左边的肺缩得很小。当蛇受惊时，右肺很快地逼出气来，发出咝咝的声音。

没有人会说蝰蛇吃得卫生。它杀鼠、蛇蜥（无足蜥蜴）、雏鸟、水螈和幼蛙。蛇通常会在夜间出来猎食。它用一个颚扣住捕得的食物，另一颚向前移动，就衔紧了。于是那边再放松，再前进，这样蝰蛇就吞下捕获物。但捕获物好像常常不能容纳进嘴里，蝰蛇有时把所捕食物的后部抵在石头上，以顶进它的嘴里。当受害的动物经过嘴到食管里去以后，食物的下行似乎靠蛇肋骨痉挛性动作的帮助。有人会想到，它嘴里塞满食物，正要拼命下咽时，恐怕要窒息了。但是由于气管的前端移向前方，伸出于口部，所以空气仍能下行到肺，蝰蛇并不容易闷死。



眼镜蛇和鼓腹巨蝰（右）

蝰蛇毒腺似乎是变态的唾腺。毒牙是卷转的牙齿，里面有一根管道连接毒腺，毒汁可以从这里射出。这是自然的变旧成新的方法。蝰蛇预备攻击时，下颚一开，有如一种精巧的自动装置，毒牙便竖起在上颚了，并且能挤压毒腺。如果毒牙断落，或者自行脱落，马上会有新的来顶替。因为这后面还有一颗更小一点的，所以毒牙不断地有补充。由蝰蛇本身来看，这是天生的。当毒管的前端和新毒牙的基部连接时，一定经历过一种有趣的生理结构上的重大转变。

蝰蛇的胆汁是它自己毒汁的解毒药。一个人要是被蝰蛇咬得很重，倘若还能镇定地杀了它，剖出它的胆，是有希望脱险的。我们之所以说被咬得很重，是因为它的毒性好像是会随时增减的。当蝰蛇健康并且很久没有咬过人或动物时，它的毒性才很烈。对大多数的成人来说，被蝰蛇咬了并不甚危险，但是有些人连被跳蚤咬都是危险的。

很多人知道“自己塞住耳朵的聋蝰蛇”这一说法，因为无稽的博物学到处误人。但是蝰蛇并不聋。虽然它没有耳孔可以堵塞，也没有耳鼓，但是颚和发育得很好的内耳有解剖上的关联。每当吃东西，它听到的声音大得像喇叭一样。像别的蛇一样，蝰蛇瞪眼看人是因为眼睛不能动。眼睑不过在胎里存点痕迹，到长成时便没有了。蝰蛇好像是隔着固定的第三眼睑看东西的，这第三眼睑外有透光的角质鳞，像一块表面玻璃，在蛇蜕上可以看得很清楚。我们不能说蝰蛇失去了青蛙就会流泪，但如果真是这样，它的泪一定是由鼻孔流出的。

蛇蜥

我们拿没有四肢的蜥蜴作为原野动物的另一种例子。蛇蜥的学名叫Anguis fragilis，是英国动物当中特别有趣的一种。它住在干燥的草地上，这个地方有草和树木的庇荫，而且蛞蝓很多（它常常被误认为是蛇而被杀）。其实，除了形状和无四肢外，蛇蜥并不像蛇。它的鳞带圆形而且相重叠，全身的都很相似。鳞下又有薄薄的骨质片，因此和蛇鳞大不相同。但两者有一处相像，就是蛇蜥光滑的鳞上的最外层皮死去后，整个脱下，像蛇蜕那样，由头至尾，由里翻外。除了尾部死皮有时向后顺卸而下，有人拿“刀出鞘”来比喻这种尾部脱皮。

与蛇相比，蛇蜥尾巴长，而蛇尾巴短；蛇蜥总有胸架的痕迹，而蛇却从不显出。它们的头颅、颚、肋骨和腹部都不一样。在通俗博物学上，蛇蜥又应该称为“盲蠕虫”。人们却并不这样看，因为它有很清楚的眼睛和活动的眼睑。从前有位动物学家说：蛇蜥看见蛞蝓时就“喜悦地闪烁”。蛇蜥的耳孔很小，并且在鳞下藏得很严密，所以被人疏忽就不足为怪了。它主管触觉的舌是有刻缺的，不像蛇那样是两歧的。

在4月或5月间（随气候而定），蛇蜥由冬眠中醒来，就从藏身的地方爬出来。它们交配了，并且起身去寻食，食物以小蛞蝓、蚯蚓和毛毛虫为主。它们并不袭击，也不疾趋，只慢慢地行动，捕捉它们能

捉到的。它们虽然很羞怯，但是却在白天工作，特别是在原野树木的庇荫处，或树林附近的草里。在8月至9月间，雌蛇蜥产8～12个软壳的卵。卵一生下来就自己裂开，孵化出很美丽的小蛇蜥，像银色蠕虫一样约长1.5英寸。开始，它们只吃很嫩的蜘蛛和昆虫；6周之后，它们比原来增大一倍；五六年后，它们完全长成。普通蛇蜥约长10英寸，尾巴约占身体的一半。英国博物馆有条特别大的蛇蜥，长17英寸。当天气寒冷、食物稀少的时候，它们就退避到多青苔的岸上的洞里，或躲到枯叶当中安适的地方，或钻进松软的干土里。在它们过冬的地区，可同住20条蛇蜥，彼此相聚在一起，好使大家暖和些。大概是因为这个地区适宜居住，所以它们年年住在这里。

这种无四肢的蜥蜴在欧洲、亚洲都是很普遍的，它有许多有趣的特点。它有蛇的形状，它们是不同的两类，却有相似的生活状态。系统不相属的动物，表面上相似，称为“趋同”。当被捉的时候，蛇蜥就僵硬了，尾巴很容易自脱，像大多数的蜥蜴那样，常这样来自救。这种反射的或自动的自残，称为“自裂”，林奈给蛇蜥起名为“脆”就和这事相关。自裂必定是很古老的反应，因为身上预定一段脆弱的部分，得以从那里裂断。把尾巴放弃，如果能逃命，失去的部分以后能够再生。虽然新尾是个补救的办法，这种再生却是大自然的医治力的好例子。

在脑的上表面，耸起一个松果状的器官，像许多其他脊椎动物一样——在蛇蜥里，在称为“新西兰岛蜥蜴”“活化石”的楔齿蜥身上这一特征尤其显著，这部分很显然具有眼的构造的痕迹。对蛇蜥来讲，这好像仍是一种感觉器官，或许善感温度的变化，因为这种动物见到强的阳光就很快地避开，尤其当它还小的时候。

最后，蛇蜥是过隐居生活的最好例子，它很容易自行躲避；它并不是稀有动物，可又不常见。它能生存，也因为它善躲避，这本身就是一种技能。

变色龙

变色龙的原名叫Chameleon，意思是“地狮”，但大多数变色龙是树栖的动物。它是真正的蜥蜴，但是它从普通蜥蜴进化出来是很奇特的。自古以来，生物演进的许多变迁中，这一定算是最奇特的例子中的一个。像有种树鼩的后裔变为蝙蝠、有种尖嘴鱼的后裔变为海马，

这些都是很特别的变迁，但是还没有像蜥蜴演化成变色龙那样令人惊奇。

每种动物都拥有许多适合性或适应性，但是变色龙浑身都是诡计。我们在南非洲看见它站在树枝上一点也不动，以为它睡着了。但是它忽然吐出棍棒状的黏舌，有身体除去尾巴那样长。它有种不可思议的运动法，慢到使人看不出它在移动。它的眼睛突出得很奇怪，用一种古怪独立的方法来对光。它对光时很精细，让人替它担心，怕它来不及捉住停在那里的苍蝇。它开始先对准右眼的光，再对左眼；等两眼都对准光后，才伸出舌来。它费很多时间来对光，但是对准后，它就突然射出它的舌，差不多像爆发一样快，或者说它像弩箭那样快，更贴切些。对苍蝇来说，每次都有一种晴天霹雳的感觉。

我们曾经说过，变色龙的名字的意思是“地狮”，这是很奇特的名称，不禁使人费心力去想象变色龙和狮的相似之处。大多数时候它不住在地上而住在树枝上，为什么这么奇怪的动物要被称作狮呢？是不是因为它使有些动物——比如狗——看见就害怕？当被攻击时，它有时会缩小身体；但是有时又会涨大身体，张开口，好像威吓一样。有时它嘶嘶地叫，并恶狠狠地向两边摇来摇去。它鼓起肺和气囊，涨大它的身体，难道不像猫见了狗耸身竖毛来蒙混吗？猫的王不就是狮吗？由此不好推到变色龙吗？但是与寻常人讨论字源学是有危险的，所以我们不能强迫人相信：因为涨大而发怒的变色龙像只鼓气的猫，就得名叫“地狮”。



变色龙

现在我们问变色龙如何能适应枝上的生活，我们自己站在较稳固的地位上了。它的适于钩卷的尾使人想起猴尾；手指、脚趾都分开，以便捏住支持物。它的手很有趣：三指向里，两指向外。脚趾却是两趾向里，三趾向外的。普通的变色龙在24小时内，能变化出六七种颜色。在晚上，它多数时候是乳油色，带黄色大斑；在白天常是灰绿色，带许多黑点和若干淡褐色块；激动时就显出栗色块和金黄色点子；当它大怒时，黄点就变成墨绿色。但是这还不是它色彩库的全部表现。

变色，一部分是这种动物心境的表示，另一部分是对外界变化的反应。它有时变得更加令其他动物注目，如同发出警告；有时只当作隐身衣，正像它有时把自己变大，有时变小或细瘦。所以在变色当中，也似乎有两种策略，一种是恐吓，一种是隐遁。变色由真皮里的分枝的色素细胞伸缩所致，但是另有无数的细胞带黄色油点和鸟粪素结晶体，或别的折光强烈的微粒，其过程很复杂。讲到变色龙的皮，容易使人想到它经常进行的蜕皮。当外皮的外层死了以后，皮上便起泡，像一张张薄纸一样。变色龙向石上或树枝上轻轻摩擦，皮就一片片地脱落。

变色龙具有许多特别的性质。当寻常蜥蜴在天敌手中失去尾巴以后，它常能长出一条新的，有时是一条暂时的尾巴。但是变色龙的尾巴不是脆的，而且如果断了，也不能再生长出来。这两种关联的特点并不难明白，变色龙的尾能钩卷以悬挂身体，一定要强韧些，这样它的尾巴就能缠绕在枝上，才不致有危险。

它的皮上没有鳞，却有细粒。眼睑相连合的地方，只有一个细孔，舌头像装在管子里的弹簧，有血充进，就帮它猛力弹出。巨大的肺和狭长的气囊相通。这些也都是变色龙的特点。

多数变色龙在地下产卵，卵发育很久才有白色的小变色龙孵出。雌变色龙通常伏在卵上，在大多数的例子里，像南非洲的侏儒变色龙，小变色龙是在母腹内孵出。这表明许多不同的动物在演化历程上的一种趋势——向着胎生进化。

变色龙的私生活我们知道很少。一方面因为它善于躲藏，另一方面因为它离开本地不容易存活。并不是它死得很快，而是它常常绝食数月，最后总免不了一死。它差不多是专吃昆虫的，但是它的食欲常常变化。它需要很多的水。它们睡在树枝上，很牢地附着在上面。气候极端寒热的时候，它就避到地下去。但是僵卧时怎样经过，我们很少见到。我们要当它是转变过的陆栖蜥蜴，大部分很适应树上的生活。当气候太寒太热或快要产子时，它就又回到旧时常住的处所。

淡水蜥蜴

在淡水动物当中，很奇怪的，我们要包括一种用肺呼吸的蜥蜴在内。这是博物学里一个引人入胜的美点。歌德说，动物总企图做几乎不可能的事，然而却成功了。一部分无疑是因为生存竞争太激烈，但是高级动物另有冒险精神。动物常常要找新的适当机遇，于是我们就常常看见意外的事发生。一条用肺呼吸的蛇离开陆地一百英里，在海里做什么？一只陆栖的蜘蛛在湿地的池里，在水下用丝织成穹顶网，往里装满干空气做什么呢？两栖纲里的蛇蜥或鸟纲里的穴居鹦鹉，怎会住在地底下？再谈到我们现在的问题上：蜥蜴在水里做什么？

脊椎动物里最先在陆地上住惯的是爬行动物，它们两栖的祖先开始前往陆上，到此才完成这种大迁徙。虽然它们是用肺呼吸的，但是它们当中也有不少其后又回到水里去居住的。像鳄目、龟鳖目和海蛇，都可以称为“二次水栖”动物。蜥蜴陆栖的习惯，连穿穴和爬树在内，养成得极深，以至于偶然有例外，会让人感觉很有趣味。我们要例举科普斯泰因博士近来所讲的摩鹿加群岛产的水蜥蜴。它并非新发现的动物，但是从前很少有人知道它的奇怪习惯。它的属名为簇尾蜥，最著名的品种住在安汶岛、斯兰岛和西里伯斯岛，叫安岛簇尾蜥。这就是科普斯泰因博士所研究的一种。另有一种产于特尔纳特和哈马黑拉岛，第三种出在菲律宾。从上可以看出，变种遭隔离后会成为新种。在英国附近，有奥克尼[illegible]和圣基尔达鹪鹩可以为例。人类也有隔离作用，限制婚姻范围，这好像向来是支配和造就种族特性的重要原因。

安汶岛水蜥或水蜥龙从不离水很远。它通常在小溪、水塘和咸水湖旁的悬枝上，展开它的肢体，如受猛烈的攻击，就潜入水去。水蜥天天回到树枝上，卧在那里极其镇静，因为它没有天敌，连人也不怕。除去两种麝猫外，摩鹿加群岛更没有别的肉食兽，原住民也不吃水蜥，这就是成年水蜥极镇静的原因。

幼水蜥却大不相同，它在河底的石下或池中的茂草里躲藏得很快。因为它幼时常被鹭鸶和鹰迫害，直到长足时才变得一点也不畏缩。用不着奇怪，因为这时候它有2英尺多长！它的食物，包括水中或水旁植物的叶和别的部分。科普斯泰因博士曾在一处有几个硫黄温泉

的池里，发现一群水蜥，但从没有在海里见过。所以，唯一的海蜥只有加拉帕戈斯群岛吃海藻的海鬣蜥一种。

在安定且暖热地方的细河沙里，雌水蜥埋下它的卵，8～12英寸深。正像雌鲑鱼不在流动的沙砾里产卵那样，雌水蜥也避开流动的沙。虽然原住民不吃长成的水蜥，却喜欢这种卵，卵黄很多，据说味道很美。它有2英寸多长，所以值得找来吃。它包在坚韧的羊皮纸状的“壳”里，壳的颜色灰白，有灰色的点子和条纹。摩鹿加的气候差不多不分四季，因此一年到头都有幼水蜥在那里孵化出来。

最值得注意的特征是雄水蜥长成后尾上的饰物。从近尾部起，上侧中央长出船帆样的饰物来，特别惹人注目。这是雄水蜥特有的，像雄鹿的角那样。更值得注意的是，那雄水蜥长成壮实后就没有这种饰物了。一条雄水蜥长到两英尺长，完全和雌水蜥一样，但是此后就张开它的“帆”。大概由于血液受到一种化学的刺激物即激素的刺激。这是很理所应当的，蜥蜴既然住在水里，就应该生出一张“帆”来。但是这不过是巧合而已，因为只有雄性这样。

海蜥蜴

有一种最奇怪的爬行动物，就是吃海藻的蜥蜴（海鬣蜥），住在加拉帕戈斯群岛的石岸边，常潜入海水去找它最喜欢的海藻吃。它有4英尺长，在陆地上走得很慢。达尔文乘“卑格尔号”航行时，对这种动物很感兴趣，并且看出些很有趣的特点来。“这种蜥蜴在水里，身体和扁尾像蛇般运动，缩起腿，紧贴在身旁，游得又自然又快。有一个水手系了一块重东西在一只海蜥身上，把它沉下水去，以为这样可以立刻淹死它。但是过了一小时以后，他拉起绳来，这只海蜥仍然十分活泼。它的四肢和坚强的爪特别适合爬过遍布海边的不平的礁石和火山岩的裂缝。在这样的地方，常有这些可怕的爬行动物，六七成群歇在离海浪数英尺高的黑石上，伸开腿在晒太阳。”

达尔文所见的特性，有人很费解。蜥蜴当然是用肺呼吸的，当它潜入水时，一定要靠肺和血里所蓄的氧气呼吸。它却很随意地而且经常地潜入水中。但是强迫它进水，它又不肯。达尔文看见海蜥被迫跑到海面上的岩石的角上，宁可让人捉住它的尾巴，也不愿意跳下水去。他捉了一条投在水里，它立刻就回到岸上来。达尔文特别奇怪，

说："我好几次赶一个蜥蜴到走投无路的地方而捉到它。它虽然善潜水和游泳，却总不肯下水。我把它丢下去，不一会儿它就回来了。"达尔文试着解释这种奇怪的行为，说是因为蜥蜴在陆地上没有天敌，而在海里就不免遇到许多饿鲛来害它，"因此养成这种固定的和遗传的本能，总以为陆地是安全的地方，无论遇到什么意外，也绝不肯离开"。我们要记得，蜥蜴或许比较晚才开始到海中游历。这个见解有着有趣的证据，就是海蜥有个"誊本"，是它的表亲，却是生在陆上的。

我们必须大概说说这个陆栖的表亲，它引导我们离开海藻，而让我们了解到秘密。达尔文称它为一种海鬣蜥。现在它的学名叫作Conolophus subcristatus，但是人们都同意它和海蜥是很相近的，并且说它的生活方法是旧式的。当达尔文到加拉帕戈斯群岛的一个叫詹姆士的岛上去时，这种蜥蜴成群结队。"我们寻找了好半天，找不到没有它居住的地方来搭我们的帐篷。"它是种迟缓的动物。它慢慢地爬行，尾和腹部在地上拖着。它常常停下来，昏睡一两分钟。它在比较软的火山土里钻洞时，先用身体一旁的腿来扒土，再换另一边的，依次互换。达尔文说："我观察一只蜥蜴很久了，等它半段身体都埋在土里，就走上去拉它的尾巴。这样一来，它受惊不小，不一会儿就起来，看看到底发生了什么事，看着我的脸，好像要问：'你为什么拉我的尾巴'？"

陆栖的和海栖的有分别。前者的尾是圆的，不是扁的，它的趾间也不生蹼。它吃多汁的仙人掌属、金合欢属的叶和树上落下来的酸浆果。但是，最有趣的是这两种近亲同住在悬崖处：一种穴居，吃仙人掌；另一种水栖，吃海藻。这就告诉我们说，两者都在很困难的生活限制下过日子，并且它们共同的老祖宗也曾在困难的制约下过日子。这两种蜥蜴得出了两种很不同的解决法，其中一种是独一无二的。因为只有一种蜥蜴潜入海里，游来游去，也只有一种蜥蜴吃海藻。动物被逼迫得太厉害，就着急去找无论什么空隙来安身，或者采取无论何种没有经过试验的方法来生活。生物界到处都有"更换生活方法"的事例。

龟

留着“蠵龟”一名给海里四肢扁平的蠵龟科，如做汤用的绿蠵龟和做梳子用的玳瑁等。我们可拿“陆龟”来称呼陆地上的种类，拿“水龟”来称呼淡水里的种类。在英国常见的是希腊陆龟（一种陆龟）。至于怀特所研究的Testu－doibera，和前者很相近。这些龟是爱暖和的，当天气不太热时，最喜欢晒太阳，它们起得晚，睡得早。如怀特的宠物在夏天的长昼下午4点就睡了，到第二天上午很晚才起来。到11月，它埋在土里，一直到第二年4月中旬的时候——在英国当然是最好的办法。它并不真作冬眠或蛰伏，因为那种特别状态只有某几种动物才有。爬行动物的这种行为更像是冷昏迷或昏睡。



龟好像采取了“小心开慢车”的生活规则，它无论做什么，都极审慎。它慢慢地吃，慢慢地长大。我们可以数它角质背甲上圆纹的数目，来断定它的年龄，因为一圈就是一个夏季里生长的结果。怀特观察到他所养的龟（现在藏在英国博物馆内），到6月变得很活泼，努力去求异性的爱。但是在平时，它很小心，总避免一切过度的劳动。

许多游历世界的博物学家曾经问：为什么许多岛上的特产动物是其他地方所没有的？在东印度群岛里，每一个岛有特有的猴、爬行动物、淡水鱼和蜗牛。夏威夷群岛里，每一个岛各有独有的蜜雀，每个森林中也各有独有的蜗牛。白令海峡里，三个海狗群落各产一种海狗，圣基尔达产一种鹪鹩，奥克尼产一种鹪鹩，都与众不同。这是什么原因呢？

大概的回答如下：大多数生物是能变异的，后代常和父母不同，而且一个家族中，也各不相同。换句话说，更新变异是常有的事情。在岛上，新变异容易维持下去，比在没有交配限制的地方，更容易取得稳定的立足地。当“育种家”得到了能使它满意的变种，它就找和这些相似的，或者特别相似的来交配。换句话说，它用同族繁殖的方法来创造新种族。这种同族繁殖在自然界里也是有的，只要杂配受了限制，这在岛上当然比在大陆上容易。

大龟常住在有水潭和多汁植物的山谷里，但是到了夏天，会爬到山上。在它常经过的路上，有几处石块极光滑，大雨后滑得不能行走。除了在中午又热又亮的时候外，可以看见或听到大龟很闲暇地在徘徊，这个时候也许黑暗，也许有些光。1905年，一个游人在3英里内遇到30多只大龟。好像这种遨游大部分是为了恋爱。雄的发出吠声，在树林里声音可达300码外。这好像和达尔文所认为大龟是聋子是相反的。

龟卵比鸡卵大些，一层一层地产在地洞里，一窠约有18只，但是雌龟决不放它所有的卵在同一地方。幼龟好像死得很多，因为它有天敌，那就是秃鹫和野狗。等它有1英尺长以后，除遭人毒手外，还是很平安的，因为人类凶残起来，对它是非常危险的。它的肉是很美味的；从脂肪榨出来的油，在从前又能卖个好价钱；科学家搜罗标本，也有责任。于是，有些岛上所剩下的大龟只有几只了，在别的地方竟

一只也没有了。我们不能假装不知道这件不光彩的事情——这些寿命可达数百岁的动物的绝种期竟然也计日可待了！

大龟能生活150年以上，而我们所讲过的几只竟有数百年高龄。但是今后不久就会一只也没有！丹皮尔和别的老游历家见过龟群，到毕比只见过一只！它在海里游水片刻以后，不久就死了——这给活动影片提供了几百英尺的材料。人是不值得信赖的。

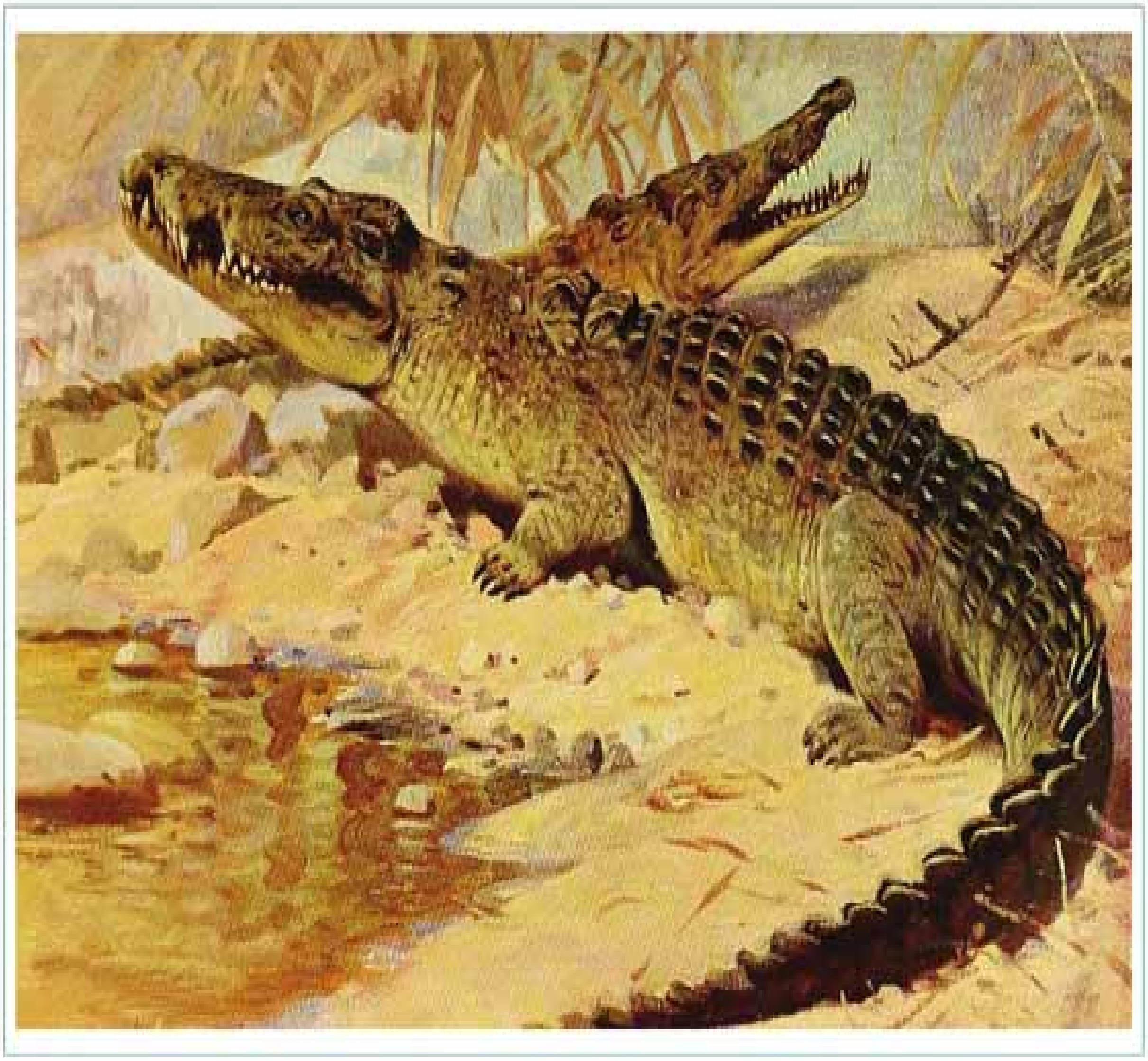
多数龟能活这样久，和迟缓的生活节奏是相一致的。它老得慢，死得慢。怀特的龟比主人多活约一年，在1794年才死，在英格兰活了差不多54年，其中最后的14年是在塞尔伯恩过的。很少有几只活到数百岁的。在1766年，从塞舌尔群岛运了5只大龟到毛里求斯岛。其中有一只到20世纪初还活着！在1901年，哈多博士报告说："它虽然差不多瞎了，却仍保持固定的习惯，并保持着健康。"它的壳长到1码以上，背上能载两个人。

龟在多方面都慢，反应也不快。脑和头颅比起来，小得可笑，但是它却也很聪明，否则它就不能生存得这样长久。它能学会分辨人，并且善于辨认地方。它们能牢记所住的地方，能从很远的地方回家。它特别能记得它冬天所住的地方，即使在很难找的地点。有只水龟竟能解决迷宫问题，这至少可以证明它能从经验上得益。据一个可靠的报告，有一群普通的龟会伸颈谛听园旁空场上城市军乐队奏乐。但是我们不知道能不能承认这事为智慧的确证。平常的龟不叫唤，但是在生产时期，它略发出咝咝的声音。在查塔姆岛上，雄的大龟吼起来，声音颇粗嘎。达尔文曾在100多码外听见。普通龟的咝咝声，只相当于这些大龟的大声的一点细微回响。普通的龟产2～4个白壳卵，像鸽卵那样。它埋卵在松沙里，我们从来没有见过它保卫它的卵。

龟和它的血亲都有坚韧持久的生命力，从它的身体若干部的局部生命上就可以看得出。像可食的绿蠵龟，肉已做成羹，而它的心脏，若放在适宜的地方，竟能继续跳一周之久。这就够奇怪，但是我们觉得最奇怪的事还在龟壳。怀特有点疑惑地说："这被束缚的爬行动物好像很可怜，装在一副笨重的甲里脱也脱不下来，好比囚在自己的壳里。"

鳄鱼

在西非洲树林被河冲断或雨林让位给丛林和沼泽的地方，盛产大的两栖爬行动物——鳄鱼。鳄鱼在陆上很僵硬，周转不灵，所以受惊时就逃避到水里去，并且也在水里猎食。但是它喜欢睡在近河边的暖热的沙滩上，当一天最热的时候，在太阳下晒几小时。常有数十只鳄，彼此贴近，在一片沙滩上睡着。有群像鸻的鸟在它们群里跳来跳去，一点也不怕，并从它们背甲上啄水蛭吃。



尼罗鳄

鳄鱼用短腿爬下岸，潜入水下就不见了。它在那里伏得很久不动，只露一点鼻尖在水面上，但它并不会睡着，而是在等着捕东西

吃。一只小羚羊离开森林，来到水边，神情像是一只被打的狗。它并没有认出鳄鱼的鼻尖，以为不过是一块石头或一块泥土，就弯下身来喝水了。鳄鱼轻轻地游近，然后用有力的尾猛力一扫，就扑着小羚羊，并且立即用强有力的颚咬住它。鳄鱼把动物沉在水下，把它淹死，它自己却不会淹死。因为它能把外面鼻孔及在长嘴后方的孔关住。气管的入门接到后鼻孔，若把前鼻孔放开，并抬出水面，水就不能在嘴里阻挠它的呼吸。牛羊、多种野兽、鱼和鸟都会遭它杀害，甚至人到河边汲水都会被攻击。

鳄鱼除晒太阳外，还有一个原因要上岸，就是它要在沙上穿洞做窠。雌鳄掘出很深的洞，就在那里产它的卵，个大，白壳，像鹅卵一般。它拨动热沙，四围遮住卵堆，并且看守很久。它就将那里当作它晒太阳的地方。约3个月后，幼鳄用一个特别的卵牙来凿开壳，并且发出奇怪的小声音，有点像打嗝，等母亲来帮它们从沙里挣扎出来。它比多数别的雌爬行动物更为慈爱，很高兴地带它的孩子们到水里去。

值得注意的是，沼泽地的大动物常有它的随从鸟。鳄鸟对鳄鱼很有用，能替它除去身上讨厌的寄生物，而自己也就常有东西吃。红水牛极善游泳，常和一群黄背的鹭及别的鸟在一起。它们跟着水牛经过沼泽地，捕食被牛蹄惊起的昆虫。有时这些鸟对于水牛很有用，就是即将有危险时，可以引起它的注意。犀牛的确很依赖它的“探子”——小的捕虱鸟，捕虱鸟围着它四面飞，并停在它的背上来寻糙皮上的扁虱吃。如果这群鸟忽然飞起来，犀牛马上就受惊。等它们回来，照旧镇静地找吃的，这些大家伙才算安定下来。

爬行动物一纲的种类太多，我们只能略述它们的生活状态而已。不过，我们所选择的几种动物都足以描绘它们的特点。

第十三章

水陆通吃的活化石

它是敢冒险离水上陆，而且坚持到成功的最早的脊椎动物。它既不披甲，也不执械，更属奇特。

赫胥黎在动物学上有许多大贡献，其中之一就是证明两栖动物如蛙、水螈等更接近鱼纲，而不是爬行动物纲。两栖动物幼年时差不多都用鳃呼吸，有些即使已生长了肺，能呼吸干空气了，仍保持着鱼形的呼吸器官，一直到老，但是爬行动物幼体从不会有鳃。两栖动物无疑有许多地方已经超越鱼类：有手指足趾，像人肺一样的真肺，还有能活动的舌头。但它们确实还存在很多似鱼的特征，这也无可否认。所以不管形状怎样，都可以说两栖动物和鱼相接，而鸟则和爬行动物相接。

远古时代，有些两栖动物体型很大，但是现在的差不多都变小了。它们包括：（1）水螈和蝾螈，有很发达的尾；（2）蛙和蟾蜍，到了蝌蚪期末，尾就失去了；（3）像蚯蚓、奇怪的穴居无肢的蚓螈，即盲螈属。

两栖动物的行为

有些动物，例如猪，实在比它们的长相要聪明些，但是也有许多动物，实在比其外貌看起来要笨些。蛙和蟾蜍就属于第二类。当我们细看一只蟾蜍在路旁爬上岸时，我们就联想到一个伶俐的老人。当我们细看蛙注视飞蝇时，我们就感到精神极端集中的印象。牛顿有句名言道：“想把它的心寄在那里。”这蟾蜍或蛙就好像是这样。但是这种推测和印象都太宽纵了。恐怕我们被大头所蒙蔽，就忘记里面藏着小得可笑的小脑，特别是蟾蜍的眼更能使我们轻易看重。皮特女士写的《田园与篱笆间的野生动物》一书中说到，蟾蜍有像珍宝一样闪亮的眼睛——它们有淡淡的金属褐色，带点红光，像火苗从深处向外冒。

蛙和蟾蜍能学会认人，但是我们不晓得它们是如何学会的。它们能从两三百码外找到回家的路。谢弗教授曾观察美洲产的各种蛙，发现蛙练习几次后，就会避开不适合吃的东西，如毛毛虫等，并能记住至少十天的时间。另一只蛙经过两次练习，就不再去碰浸过药的蚯蚓。它能完全记住一段时间，但五天以后，就不是很清楚了。当一只蛙捉蚯蚓时，受了轻微的电震，它一连一周不敢再碰蚯蚓，但是它仍不放弃粉虫。于是我们知道蛙能学习。可见少数慎重的观察比许多无从稽考的传说有价值得多。

谢弗教授实验所得的详细结果，有些非常有趣。当蛙一咬着有毛的毛毛虫，它立刻猛烈地吐出来。它有过这种经验后，就会留得一个印象，知道有毛的毛毛虫是要不得的。相反的，另一只蛙吃了化学处理过的蚯蚓，当吞咽时，肌肉并不抵抗。但是吃下去后，一定不消化，才能使蛙记得。它因此学得不吃蚯蚓，并能记很长时间，但远不及不吃有毛的毛毛虫那么久。

蛙和别的两栖动物每天吃东西时，很快地能学会避免不可吃的食物是很重要的。这样可省时间，节约精力，并免去痛苦。我们可以深信，蛙最开始试验许多东西，几次试验有了经验后，就会避免那些不适宜的。这和天鹅服从取食本能而从不误事是很不同的。这就不难懂得为什么蛙学会试吃什么时很快，而学会走出迷宫或学会跳过一条透明的线却极慢。因为这些困难是它日常生活中所用不着解决的。

关于前述有毛的毛毛虫一例，因蛙看见有毛的毛毛虫很快就联想到“不再要它”，并且学会后记住的时间比较长，于是便有了“不吃有毛的毛毛虫”的习惯。

但是还有更进一步的实验。我们想来，它还能让我们窥见蛙的心在哪里工作。将一个有毛的毛毛虫放在一只有经验的蛙的面前，毛毛虫就爬开，但是蛙喜欢动的东西，它不吃死的东西，所以它跟在毛毛虫身后跳去，一路紧紧地盯着它。蛙觉得有趣，但是它不再进行别种举动。毛毛虫一动，就引起蛙的兴趣，它就跳跃，但是等蛙接近视察，又触醒一件旧的记忆——或许记起以前受过的不舒适的经验。所以当蛙仔细考察有毛的毛毛虫时，它不是在那里决定“心志”吗？无论如何，它自己对自己说“不可以”。

但是这故事没有完。这只不能再引起蛙感兴趣的毛毛虫跌在一盘水里，并且拼命在水面上摇摆。这样新鲜有趣的摇动重新引起蛙的注意，蛙就重新考察。但是10秒钟已足够使蛙认清还是刚才那只有毛的毛毛虫，它最终还是走开了。我们不能说蛙的心像人类的心那样，可是蛙的确具有一点心智的微光。

拿蟾蜍的生态和蛙来比较很有趣。蟾蜍是闲散而不轻易动的，蛙是又性急又轻躁的。蟾蜍爬行，而蛙则跳。这或许是因为深藏内部的组织或气质不同的原因。但是我们要查究：是否因为蟾蜍生有较多的毒质，生活因此比蛙安稳得多？蟾蜍不能吐出毒汁，但是它的皮能制出一种猛烈刺激的、不适口的毒质，称为“蟾毒”。蛙虽然也有这种近似的毒质，但量少得多了。极少有动物会含蟾蜍在嘴里，蟾蜍那么闲适，也许和这点有关。或许蟾蜍也能感到自己的安稳。

我们讲过人类在两栖动物身上所进行的几种试验，但是这些动物自己进行过什么试验呢？让我们想想它的历史和它所取得的东西。现在蛙和蟾蜍、水螈和蝾螈以及奇怪的蚓螈代表两栖纲，这纲当泥盆纪末叶就已出现。我们以为，原始两栖动物一定有很大的冒险性和创造性，才造成这许多重大的新进步，因为它是爱试验的。

两栖纲从鱼纲嬗变出来，像现在的南美肺鱼可以为证。它的鳔已变成肺，能呼吸半年干空气。两栖纲完成它的演化上一大进步，就是由水里迁到旱地上。有些无脊椎动物已经经历过这危险而有希望的步骤：两栖纲是脊椎动物中最先上陆地的。但是只有少数几种，像有些雨蛙和阿尔卑斯山雪线以上的黑真螈，会终生完全脱离水中生活。所有平常的两栖动物年幼时，如常见的蛙和蟾蜍的蝌蚪，一定要在水里长大。若是池水干涸，它就死了。

动物界有个定则：一种动物由一个住所迁到别的住所以后，当它准备产子时，还有回到旧住所的倾向，像吃鱼的蠵龟由海里到沙滩上来产卵，大的盗蟹从内陆到海边来产卵。在两栖纲里，这条定则特别真实。我们看见，蟾蜍在产育期间走很多路，到一个合适的池里去。蟾蜍在幼年时期，很像鱼，如用鳃呼吸、心脏分两室、舌不会动、感觉细胞的侧线，如此种种，还有许多鱼态仍然潜伏在蝌蚪里。蛙在开始3个月里，要爬上它自己的谱系树，但是到后来，它就做到了两栖动物纲所曾做到的——从水里过渡到陆地上。

读者应当不会忘记，有些两栖动物如水螈和美西螈的陆栖性，比其他动物要差得多。但是所有正常的两栖动物都有肺，能呼吸干空气。如果北美洲的湖岸上不舒适，美西螈就会终身留在水里，并且留着鳃，正如发育得不完全的幼儿，过了好些年仍摆脱不了婴孩状。但如果岸上很舒适，美西螈就上去，失去了它的鳃，并且大改了原来的样子。于是美西螈就变成钝口螈，它们曾经有很久的一段时期被误认为是两种动物。换句话说，美西螈的幼体状态虽然能生产，但不曾十分得到钝口螈的成年期的特征。最要紧的事实是，在脊椎动物中，首先冒险移驻陆上的大功，要归给两栖动物的老祖宗。也许是从前曾经有过久旱，水泽都干涸了，也许在池里拥挤得太厉害，水栖动物不得不去陆上探险，不然就死了。但是我们应该承认，动物都有一种倾向，要做种种试验，然后选择更利于自己生存的。

两栖动物的进步

其他一大进步，由两栖纲的先驱所得到的，是获得了手指和足趾。在两栖纲以前的鱼纲里，有两对肢，但是只是鳍而已。这就是说，它没有手指。两栖动物得了手指，用处非常大，有了能握住一个支持物或异性伴侣的握力——有了把食物放进口里的力，有了感觉物体的长宽高的能力。我们看见大多数水螈的软弱的四肢不大能够支持其身体，只能慢慢地沿着泥淖而上或在水里划动。我们从这上面能遥窥从前小动物得势时的世界。这些动物身上最紧要的是用来游泳的尾巴，正如鱼一样；说得更准确些，是身体后部多肌肉的那一段，能左右交迭摆动而排水。在少数例子里，两栖动物用手来掘地。

动物化石里所保存的多是动物身体上的坚硬部分，因此，我们不能多讲古代已灭亡的两栖动物的舌。但是我们知道两栖动物迟早得有一个活动的舌，而且它也是最早能伸舌的动物。许多鱼有舌，但舌非肌肉所构成，只由黏膜包着结缔组织而已，并且不灵活；除非跟着口腔一起，否则它就不能动。但是蛙能运动它的舌，用得非常好。它对着不提防的昆虫射出舌去，百发百中。

蛙舌和我们的很不同。它生在下颚的正前，松松地倒向后方，并且分裂为很宽的两叶。当它射出时，面向下而底朝上，可以伸得很远，靠湿的皮面来黏住昆虫。但是蝌蚪不能伸动它的舌，舌里有肌肉

纤维；它须发育些时间，才有力量能掣动全舌。这里又可见蛙好像慢慢爬上它自己的谱系树。

父母所做的试验

寻常两栖动物对卵的处置，可拿蛙和蟾蜍做例子。卵放在水里，就靠透明的蛋白质层涨大起来，帮它们浮起。蛙产下的卵成黏性的球状，有黑的中心，直径约0.1英寸，就是卵本身，球团聚而浮于水上。蟾蜍产两条长蛋白质线，纠缠在水草中。

瞎的、无四肢的、穴居的、外表似蚯蚓的蚓螈产卵在湿地里。它的鳃，在地下没有用处，在卵壳没有裂开以前，退隐在胚胎状态里。这就表明过去的器官现在正存活着。鳃现在虽可省掉，却仍然存留着。锡兰蚓螈，又叫作“鱼螈”，是一种有趣的动物，它成年后变为完全陆栖动物——像蚯蚓那样穴居。它不能产卵在水里，如果放在水里，就会淹死。雌的常在近水处湿土里产几个卵。它的身体围住卵，从皮里分泌出一种黏液，使它们濡湿，也许能给他们提供营养。当幼仔孵出后，它们即刻找最近的小溪暂时寄存在那里——这个暂时回到两栖动物祖宗住处的例子很有趣。

如果围绕一小群卵的蚓螈给育子的蟒蛇指路，那么别的两栖动物还是那些生袋装卵和仔的有袋兽的先例。像雌的囊蛙，背部的褶皮成为一个向后开口的大产囊，让卵在里面发育。幼体会长出长长的呼吸线，从鳃接出来。囊蛙的蝌蚪有一对美丽的、带长茎的、像气球的鳔或气泡，由呼吸孔里伸出来。每个气泡有两条血管：一条带去浊血，一条送进清血。在动物界，这是最奇怪的一种呼吸法。这是和那些幼仔挤在袋里很久相关的。这种蛙的蝌蚪就在母蛙的袋里变成幼蛙，但在别种囊蛙那里，蝌蚪却跑出囊外，到水里去。另一种比上述几种更有趣，是一种被称为“叶蛙”的雨蛙。它的卵产在高悬水面的树枝上用叶编成的巢里。到了合适的时候，巢底松散，让幼仔落入水里，再也没有比这更好的方法了。

有些雨蛙带它们的幼仔在背上，或者含在嘴里。克里斯蒂博士曾讲过一只雨蛙筑巢在沼泽附近树林里的一片大叶上。

“巢内有一团白泡沫或唾液，外面晒干，大概有一拳头大，外面已改变颜色。剖开来看，里面有若干小蝌蚪，在里面的湿沫里疯狂游动。卵就是在这里孵出的。等蝌蚪长大，足能照料自己，就落到水里或泽地叶堆或湿草里去住。”

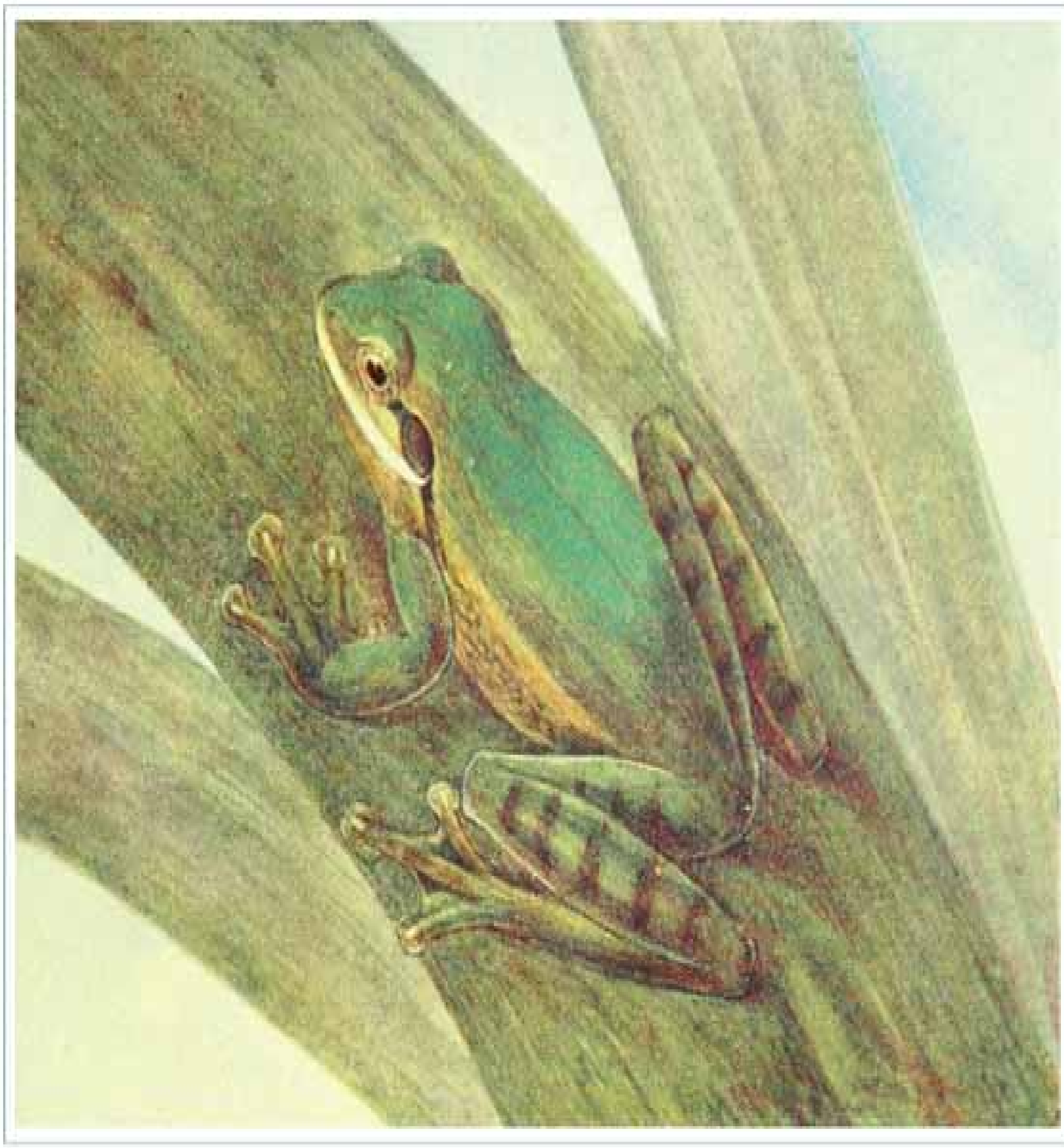
最特别的是用圭亚那和巴西产的负子蟾蜍所做的试验。在产期，雌蟾蜍背上的皮陷下成许多小坑，呈蜂窝状，而皮里充满了血液。它产下40～100个卵，设法把它们放在背上，由授精给它们的雄蟾蜍在旁边料理。等卵沉进皮上的“摇篮”里，随后把紧密的小盖盖上，让它们在里头发育。渐渐地，母蟾蜍背上就生出一群小蟾蜍。它们撞开小盖，伸出半个身体，环视四周！在蝌蚪期，它们有外鳃和长尾，尾巴能帮助呼吸。但是幼蟾蜍必须等到长大以后才会离开母背。它们完全不趋近水，所以负子蟾蜍是一种正在变为非两栖的两栖动物。

产婆蟾在欧洲很多地方也属常见。它和前种又大不同。雄蛙一见雌蛙产了卵，就拿了过来，授精给它们后，再设法把它们围在它后腿的下段，因为卵是黏合在有弹性的线上的，它常常独自看管着两腿的卵。这些都是陆上的事，雄蛙也住陆上，除非在特别干的晚上，偶尔去沐浴，这对于卵是很有益的。大约三周之后，它就会潜入水中。幼仔此时已成无肢的蝌蚪，咬开外裹的胶，就得到了自由。它把一家子女放在水里后，再回到陆上。两栖纲里竟然有很多父代母看护子女的例子，真是怪事。许多雄鸟也耐心帮助育雏，可是高级动物很少走这条路。

为什么两栖动物要用这样不同的方法来保全幼仔的发育呢？一部分因为两栖纲是中间动物，一只脚在岸上，一只脚在水里。它是敢冒险离水上陆，而且坚持到成功的最早的脊椎动物。它既不披甲，也不执械，更属奇特。要稳妥地安置卵，而不能像寻常的蛙那样放它们在水里，别的方法也要试试看，尤其是当父母的陆栖程度越来越深时。所以，一种造个叶巢，高悬水上；一种在湿岸上掘洞；一种是雌的背着卵和幼蛙在背囊里；一种是雄的把它们藏在一个肥大的共振囊里。对于这些试验我们怎样设想呢?

两栖动物不会坐下来默想它所遇到的这些问题，因为它的脑很不发达，大概自然的工作方法是很间接的。行为常生变异，正如构造会生变异一样。当个体生命一开始，生殖细胞就拥有这种善变性根源，以后变异就从此生出。这些新的变异，由个体在它的生命里试验过，

那些最有效的变为一个种族遗传习性的一部分。我们打个比方说：生物好比在那里打牌，每次拿了一手遗传的牌；若和以前不同，就得凭它所有的智能来斗这副牌，无论什么都要试过，遇到好的就拿着不放了。我们敢说，两栖动物替下代解决谋生初步问题时，用的方法特别多。



尼加拉瓜树蛙

普通的蟾蜍

中间动物的类型使我们想到几百万年以前脊椎动物开始移住陆地的时候，我们就举名副其实的两栖者蟾蜍为例。它是常被误解的动物，没有人喜欢穿别人穿过的衣服，但是多少人都容易采取别人的意见！像朱丽叶说过的“可厌恶的蟾蜍”就是一个例子。这可怜的两栖动物无疑因为那根深蒂固的历来相传的偏见吃了不少亏。

我们不能期望所有动物都像蝴蝶，并且蟾蜍当然不能和松鼠比美。美既有难发觉的美，也有容易发觉的美，而蟾蜍的美就属于有点难发觉的，倘若我们能分别询问一伙审查员，有几个精于审美的专门美术家在内，他们一定毫不犹豫地赞美蟾蜍的美。它当然是有点怪异，但确实是一个美术的统一体。

蟾蜍是种自卑的动物。它白天藏在洞里，黄昏时才出去猎昆虫、蚯蚓和小蜗牛。冬日它昏睡过去，把自己埋在松的干土里，或者枯叶中，或者空树桩里。在夏季活动时，每过数周便脱去一次外皮，扭着身子，用手指足趾来搔，渐渐地由透明的壳里脱出来；然后将蜕下的皮卷成一颗丸药状，吞吃掉。



负子蟾

早春，常在4月的时候，蟾蜍就到了交配的季节。它常走得很远，到适宜的池水边。热心的雄蟾蜍比雌的多得多，为了争偶而互斗，抱住了雌蟾蜍，很久不放。布兰洁博士将它的叫声比作“远处小狗吠”，而哈多博士把雌蟾蜍日夜继续发出的叫声比作“小羊的哀鸣”。

母蟾蜍产下的卵多达2000～7000粒，缀成两串，有时长达10英尺。当它产下来时，就受精。一对雌雄在水里运动，就让卵纠缠在水

草堆里。约2周过后，蝌蚪孵化，但是差不多需要3个月后，才能完全变成小型的蟾蜍而离开水。它们还不满0.25英寸长，比它们的父母活泼些，藏在草中和地上小洞里。当夏日久旱忽来骤雨，它们有时候大队出来，数量极多，以至于轻信的人竟会说“天雨蟾蜍”。

普通的蟾蜍和普通的蛙有别：它的皮有疣而呈现灰褐色；它没有牙齿，趾间的蹼较不发达，后腿短得多；它蹒跚而爬并攀缘，喜好夜出；产卵成串；还有许多其他的分别。但是我们要知道，蟾蜍有多种，单在蟾蜍属里，约有一百多种，分布于世界各处，除了澳大利亚地区和马达加斯加岛。有些种不像英国普通蟾蜍；非洲的跳鼠蟾蜍，四肢极细长；还有些穴居的蛙，和蟾蜍很相像。所以要准确地回答“为什么蟾蜍不是蛙”，我们必须探进骨子里，去查考各项专门的特点。

第二种英国蟾蜍叫黄条蟾蜍：有着大的发音囊，叫得很响；眼黄色，周身颜色很鲜艳；后腿极短，不能跳，但是跑得很快。不像寻常的蟾蜍，它产在爱尔兰岛和大不列颠岛两处。

俗谓蟾蜍“身濡黏液，口吐毒液”。其实它的皮颇干，也不能吐口沫；又说它偷吮母牛的乳房，但它不能吸，并且也不能饮。但是它别具生存价值的是皮腺，特别是眼后的一大群，能分泌很多毒液。我们看见这种动物被石头击中时，就渗出一种乳酪状的浆。浆里含一种易于挥发的有刺激性的毒质，称为“蟾毒”。蟾蜍皮上有了这毒质，比任何甲胄更有用。

盲螈小史

最著名的穴居动物中，有一种称为“洞螈”或“盲螈”的蝾螈属，住在哥伦比亚、卡尔尼奥拉和达尔马提亚地下水里的黑暗处。我们已经知道有四十多处都产它，多半在洞里有缓流的泉水处。当水浅时，盲螈常困在烂泥里，但是它喜欢活水。当水涨时，盲螈常被冲出洞外到光明处，但是它不能享受光明。盲螈的最初记载见于1761年，来自戚克尼次湖，这是被大水冲进去的。这种动物穴居者的代表，是真正的洞中生物，不生活在有阳光的地方。它的一生全在夜里，每天24小时都是一样黑暗。虽然也能在湿泥上扭动，但爱住在水里。它所住的地方温度约10℃。

盲螈的家庭生活，很少有人知道，因为黑洞里不便做动物学的观察。它的重要住处，人类差不多难以到达，因此从没有人见过它的幼仔，甚至没有成年的盲螈。幸而这种动物还耐得住囚禁，所以我们能略用已知去推导未知。比方我们可以妥当地说：它多少能用肺又用鳃呼吸，它一定需要富有空气的水。长大的盲螈至少头几次见了光就吓回去。它在温度低而不变的水里最易繁盛。被饲养以后，它会吃各种枝角目生物（小甲壳动物），如水蚤、剑水蚤和小的水栖蠕虫，如颤蚓。它虽瞎，但试放一缕一缕的生肉在水里来引逗它，它也找得着。若由洞里捉只盲螈来观察它的胃里藏物，就会知道在自然的情形下，它吃一部分小甲壳动物，例如一种穴居的片脚动物和小的水栖蠕虫。地下的水里当然没有绿色植物，除非由流水带过。

我们能捉住盲螈，看它生育，由此可以发现很多有趣的事情。在早春的时候，雄盲螈的尾缘有时长高了，而雌盲螈变得比平常胖，由半透光的皮下映出卵来。产卵后，卵粘在水里突出的石头下面。每只雌盲螈一共可产12～56个卵。受精法好像没有确定，但是一定是在体内的，不像蛙卵是生下以后在体外受精。卵的直径约1/6英寸。但是外面另有一个套，套外有透明的胶裹住，像蛙卵一样，所以，尺寸差不多增到半英寸。约3个月后，卵孵化，幼虫差不多1英寸长。比起它们的父母，相似而小，只有很少几点不同：有一片细弱的不成对的鳍，从身体后背部起，连续至尾的周围；短小的后腿连两趾都没有；眼却明显地从皮下映出，成黑点。胚在暗处发育，本不带色彩，但如果拿新孵出的幼虫到亮处供研究，便会很快长出许多带褐色的细点。盲螈是卵生动物，前面已经讲过了，但这还不是它的全史。

卡默勒博士在维也纳试验室里的很适宜的地方养了些盲螈，在地面以下16英尺的深洞，常给它一些冰冷的清水。在这种情形下，盲螈不产卵，却产活的幼仔。用我们的俗话说，它是胎生的，不是卵生的。生卵大约不是盲螈的通常生殖法，是在缺乏冷水的环境中选择的权宜之计。我们现在虽然不能十分确定，但是在洞里的好像都是胎生的。雌盲螈产活幼仔时，浮在水面，把身体前后两段向下弯着。生产期常在10月。如果以前少数的观察结果足以作为证据，我们可以说胎生是最经济的生殖方法。因为平常通常只生两个幼仔，动物在幼年的时间越短，死的机率就越小，并且家庭越小，也越安全。

盲螈在生物学上有许多有趣的地方，尤其是在表明遗传与环境的交互作用方面。遗传指天生的性质，即遗传所得；环境包括所有环境、食物和习惯的影响。盲螈在黑洞里差不多都是无色的，但它并没有失去颜色的遗传因素。因为它一到有光的实验室，很快就变得有斑纹——它的皮肤像照片那样善于感光——在数月后，它竟然会变得很黑。如果再把它放回黑暗处，它会慢慢失去色彩；如果再把这变白色的标本移到亮处，它又变黑色。光是外界的环境因素，表现出内藏传色因素，这个因素仍然是遗传本性的一部分。

在洞里，盲螈的眼睛不能发育——它开始很发达，但是半途退化了，被掩盖在厚皮下0.01英寸深处——这动物是瞎的。但是卡默勒博士曾表明如果新孵出的幼盲螈在红光里长大，眼就会发育到能看到东西。经过5年红光照射，或用白光然后按时间给以红光，则盲螈的眼就显出透光的角膜、虹膜、大的晶状体、有杆体和锥体细胞的视网膜，诸如此类。总之，差不多已成为正常的眼睛。单独白光不能成功的理由是因为它不大像红光，红光能使眼上的皮黑色素发育起来，隔住了光，就停止了进步。我们找不着再好的例子来说明生长环境怎样帮助或阻碍本性了：在洞里，盲螈色灰白而眼瞎；在日光照及的实验室里，它们变黑；在红灯下，它们的眼发育到能看到东西。

另一种盲目的蝾螈称为Typhlomolge，是盲螈的近亲，产在得克萨斯地下的洞里。这两种蝾螈在地理上虽离得很远，但是在构造上却很相近，使我们不得不把它们当作同一个祖宗传下来的，而这祖宗是像北美洲蝾螈（名为泥狗）的动物。这两个再从兄弟各自独立地分据在相离极远的达尔马提亚和得克萨斯两地的洞穴里。真是怪事，得克萨斯洞螈是白而瞎的，像盲螈一样。我们只见过从188英尺深的喷水井里喷上来的标本。把它饲养起来后，它拒绝食物，不久就死掉了。

想到洞穴和别的黑暗地方，自然而然地就会想到一切瞎的动物：它们的种数多吗？它们住在什么地方？它们如何生活？已故的艾特肯曾著《灵魂的五扇窗》，在《视觉》一章开头有句警句：“生命没有开窗迎光以前，光早就在那里叩门，要走进生命里来。”如植物虽然无所谓真眼，但是博斯爵士曾表明过，树对经过的云有感觉，而且世界上最重要的过程（光合作用）就靠绿叶利用光。我们对于桌上靠近窗的盆栽植物，须按时转回它们向光的方面，免得它们长歪。许多简单的动物一点儿眼的痕迹都没有，也能向着光。蚯蚓也没有眼的痕迹，但

对于明暗感觉极灵敏。还有许多无眼的海栖动物，当我们轻轻用手遮住它身上的阳光时，也有反应。从水母简单的眼，到海鸥极美的眼，中间有一个很长的斜面，逐渐上升。眼睛的功能，第一是感知明暗，第二是窥探附近物体的运动，第三才轮到构像和分辨颜色。

有许多事实供我们作反省材料。比如有些穴居鱼和穴居蝾螈，有正常眼睛的和有退化得很厉害的眼睛的竟住在同样环境里。于是就引出一个老问题：是穴居者因视力弱才到洞里去的呢？还是因为长时间在黑暗中不用眼，而眼退化了呢？还是能看东西的动物偶然遭意外而被冲进黑洞，其中有些能感觉到微弱的光寻路而出，这样一代一代后，只剩下那些向着盲目方向变化的存留到最后呢?

事实上，穴居动物幼年时的眼睛往往远不如长成时那样退化。这里就发现一个问题：眼是后来才退化的，是不是一部分由于一生不用或没有阳光刺激？或许穴居个体是因为住在黑暗中而变盲的。我们知道金鱼若关在暗处三年，就变得很瞎，视网膜上的杆体和锥体细胞都没有了。

水螈属和蝾螈属

切利尼在他的自传里说，有一天他和他的父亲坐在火前，忽然看见一条蝾螈在火旁烤火。他们两人看得都很清楚。但他父亲是老派教育家，就重打这小孩子的耳朵一下，使他永远记着这蝾螈。火里不是蝾螈惯住的地方，因为它喜欢阴湿。但是这件迷信的事流传很久，认为蝾螈的湿冷性使它能忍受高热，甚至于克火。

1716年，英国《皇家学会哲学汇刊》还记载一只蝾螈被丢在火里，“瞬间涨大，而且吐出许多黏质，浇灭了旁边的煤火”。真实可信的事实只是蝾螈在绝望时渗出很多毒液，和蟾蜍等许多别的两栖动物一样，并且它的肌肉压力大起来，能挤出皮腺里的黏液，喷到差不多1英尺远。

火螈或斑螈在欧洲很普遍，但普通人并不熟悉它。它喜欢夜出，白天藏在阴湿地方，大雨后常有许多出现，因为它受不了蚯蚓从泛水的洞里出来骚扰。蝾螈的皮有很多毒腺，所以很少有天敌敢接近它。许多博物学家相信这色彩鲜艳的外皮——黑地上大黄斑——警告大胆

的实验派动物说：这东西不好吃，甚至很难吃。总之，这黄与黑是“警戒色”。

许多池沼和泽地水潭里常有水螈来往。这些缓慢的有尾巴的两栖动物和蛙、蟾蜍是远亲，而和蝾螈是近亲。英国有三种——冠欧螈、滑螈和掌欧螈——它们是近亲，隶属于水螈属，形状像蜥蜴。但蜥蜴是爬行动物，而水螈则是真的两栖动物，皮裸露而且湿，没有爪或耳孔。它们幼时用鳃呼吸，这在爬行动物里从没有见过。英俗称“eft”一词，通指水螈和蜥蜴。这两种很不同的动物好像在古代传说和迷信里经常混淆在一起。

水螈的皮冷湿且黏，有点招人讨厌。但是没有成见的人不会否认这种动物的美，它的线条很悦目，它的游泳姿势很优雅。雄冠欧螈在生殖期背上长出高冠，滑螈也有，而且身体的下面都有悦目的黄色或橙色。雄水螈到交尾期，尾的两侧添一条亮蓝纹，中间间以笔直的黑斑。论美感，水螈确实无可挑剔。

一年中，水螈在陆上的时候多，在湿地慢慢地爬，找小昆虫、黑蛞蝓和蠕虫吃；到冬天，躲在洞里，睡着不动，有时几个同伴在一起；春天一来，它就去寻水，有时走得很远，也像许多别的动物，回到本种族的大本营去繁殖。因为水螈属于水生的动物，而幼时有鳃，一定要在水里过活。



墨西哥钝口螈

水螈当然是冷血（变温）的动物，体温差不多和环境一样；在气质上，它也是冷血性的。只在生育期间，才会呈现出激动的状态。雄水螈在不动情的伴侣面前卖弄，炫耀其微红的色彩和摆动的冠状饰物，亲吻或者触它的头，并用很善感的尾巴来抚弄它。但是自始至终，这是件冷血的举动，不过是卵在受精成熟前所必须经过的。受精方法很奇特，但是它们连叫都不叫。

卵通常单独产下，并附着在如蓼属水草等植物上；每个卵外包裹胶质层。雌水螈常把叶子折起来，使卵不但黏在上面，而且藏得更严密。这显然有好处，因为卵若偶尔暴露在石上等处，特别容易被鯻鱼和食肉的水栖昆虫所吞掉。两周后，黄色幼螈就孵出来，比蛙和蟾蜍的蝌蚪更像鱼，更纤弱，有三对外鳃。当它们长大起来时，鳃就分出旁支；它们若着急爬出池，或许能保留鳃很久。它们如果在秋天还没有完成它们的变态，就得在水里过一冬，曾有人看见它们在一层冰下近池底处游动；但如果发育得很好，幼水螈到秋天就能离开水。有时候它们藏在岸旁水草堆里，后来会寻找到更干些的地方。长成的水螈离水比较早，等过了生产期后不久，就回到旱地。

幼水螈死亡率一定比蛙低得多，因为它们的卵没有那么多，但是所冒的危险却大致相同。为什么水螈靠小得多的家庭也生存得了？一部分就因为它把卵安顿在固定的地方，并常常掩盖它们。在这一方面，行为好像略有变异性，但是雌水螈会选择适宜的水草，如在加拿大的池草来安置卵，这样最为安全。我们须注意新孵出的幼螈有两对线形的外延物，生在上颚的两边，用来系在水草上。

讲到减少家属员数到极少，而仍然有效，要算前面讲过的黑螈了。它是陆栖的，住在阿尔卑斯山的高处，喜欢瀑布附近喷薄的地方。我们已经说过，它的幼儿在母体内发育，一次只生两个。父母对幼儿护养周到，能使一个小家庭适应生存条件；而家庭分子减少，又使父母容易护养它们的幼子。这是自然的循环胜算之一。

水螈像鱼那样游泳，就是身体后部的肌肉和扁平的尾摆动起来，排开水，先向一边，再向另一边。四肢太细弱，对游泳没什么用处，但是英国产极小的水螈（就是掌欧螈）的四肢却有全蹼。当水螈在陆地上爬行时，它的四肢好像不胜任这种工作。水螈的皮无鳞而有腺，能分泌一种物质，好像是用来御敌的。呼吸可以由皮肤进行，蛙冬眠时就用这种方法。在此我们可以注意到水螈的有些近亲，如某几种蝾螈，没有肺，但皮上另有一种特点，就是有很多感觉细胞。它们在身体两侧排列成行，让人想起硬骨鱼的善感的侧线。这就能表明演化向何方进行：远古鱼的特点，仍停滞在两栖动物的身上。水螈的外皮常按期死去，所以水螈也常蜕皮。它能用手指来帮着脱皮，把旧皮从头

向背后剥下去。死皮有时是一片片地解下来，但是也能整个脱下，偶尔见它挂在池草中，好像是个水螈的鬼魂。我们说“偶尔”，因为水螈通常都将脱下的皮吞吃了——水螈有颗吝啬的心。

关于水螈，还有许多趣事：如它的四肢被咬去后，能重新生长；有时还在用鳃呼吸的幼仔，竟能产卵，这种奇事或许是因为它制造雌激素用的内分泌腺有毛病所致。但水螈最引人注意的地方，在于它是泥盆和石炭两纪里，住在旱地的巨大而凶猛的动物所传下来的矮小后裔。

第十四章
水中的活跃分子

> 鲑鱼是“历史的生物”——有独特品格，好比人格；它现在的举动是受制于一个永远不灭亡的过去的。

最早的脊椎动物是在生存竞争中得以成功的鱼纲。我们需要认清，从那时起，几百万年里，除了少数几种急先锋以外，脊椎动物只有它们。先锋中今日剩下的有圆口目、文昌鱼、海鞘（即被囊动物），以及普通脊椎动物里几种更古老的先驱。

有些鱼类，如海马、河豚和尖嘴鱼，长相都很奇怪，但是大多数一看就知道是鱼。它们的四肢是成对的鳍，没有手指和足趾；皮上有鳞；呼吸器是羽状的鳃；无眼睑；多数是用最有肌肉的身体后段来游泳。这一纲包括：（1）软骨鱼，如鳐鱼和鲨鱼。（2）硬骨鱼，如鲑鱼、鳕鱼、鲱鱼和鳗鲡。（3）肺鱼，分三属：昆士兰的澳洲肺鱼、南美洲的南美肺鱼和非洲的非洲肺鱼。这些肺鱼介于普通的鱼和两栖动物两者之间，它们有鳃又有肺。

感觉和行为

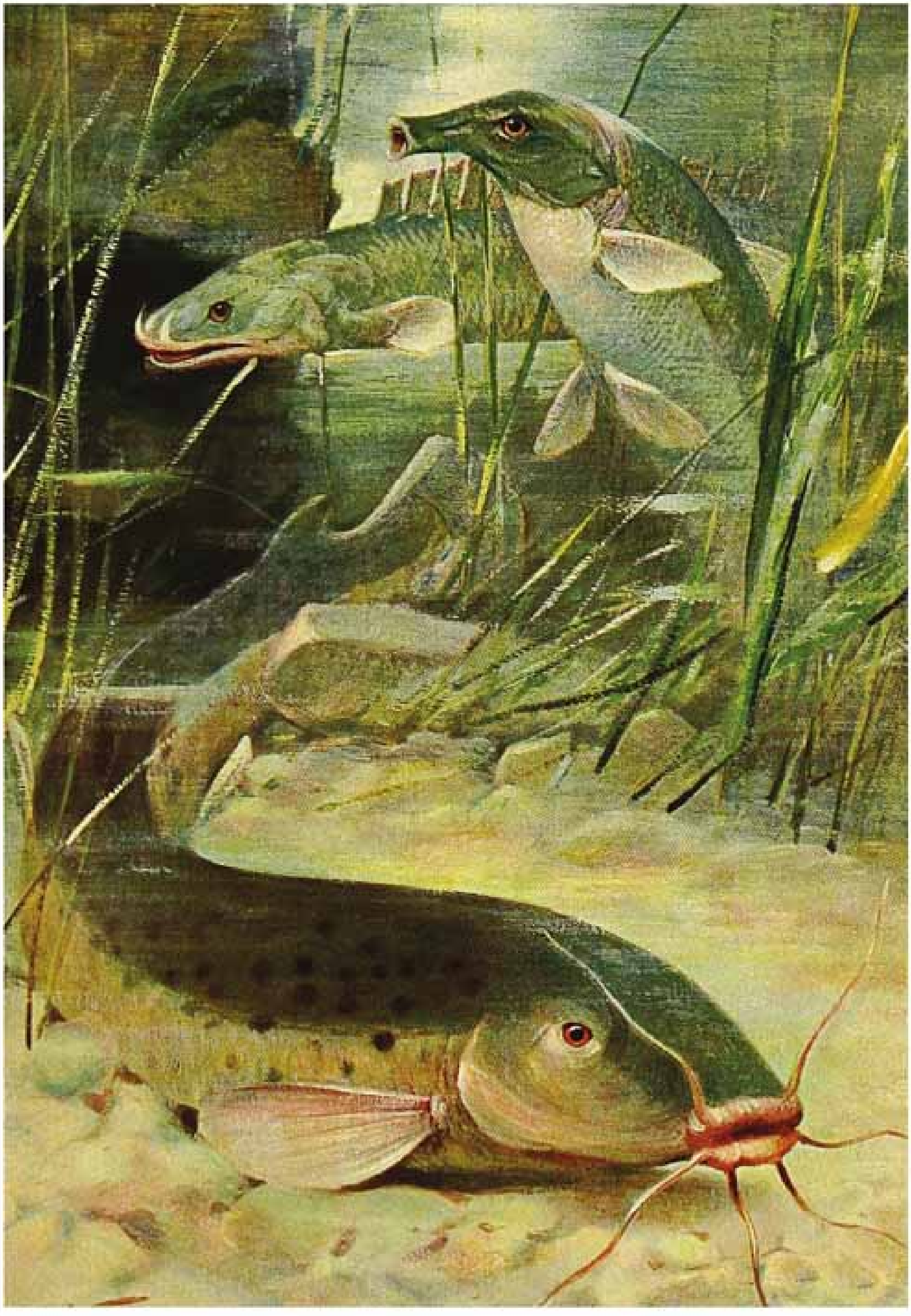
大多数钓鱼的人会同意鳟能小心翼翼地提防人这一说法。有些在观赏池里的鱼，听见饭钟声，就挤到岸边，可见鱼能把某种情景或声音联想到某行动上去。但是我们对于鱼的智慧，知道得还是很少。

角鲨会感知藏着看不见的肉，许多别的鱼的确有很强的嗅觉。鲤鱼会尝试一块食物，然后抛下，对它流露明显的厌恶。鱼有味觉，证据很多，味觉器官完全不在口腔里，而散在身上各部，如鳍。有种美洲鲶能用尾巴来闻味。在皮的各部，另有一种感觉——一种化学的感觉——能使鱼发觉水的组成有什么变化。

鱼的触觉并不强，但是在接近头和唇部或在触须状的突起上，会很发达。一种鳕鱼的颔上就有这突起，叫鱼须，最容易看出。可以看到各种硬骨鱼差不多都有一条侧线，生在身体每侧。它包含一排感觉细胞，深藏在黏质里，并陷入一条开口的槽里或在一条管道里，由鳞甲盖着，靠小孔通到外面。根据试验结果，这种侧线是一种机械感觉的部位，能使鱼发觉某方向来的水的压力是怎样。如鱼游近石头时，它自己排开的水从石上打回来，撞击这条侧线；它就能感觉到，于是就转弯。另一方面，侧线能使鱼发觉有支流汇入河里。这种感觉在晚上和在泥水里有非常大的作用。有些鱼，像迁移的鲑鱼或幼鳗鲕，逆流直上，“奋斗”到底；大约也因为侧线能使鱼照着河水的方向和强弱，而用适当的力来游。鱼有种深入的“义务性”（即向性），总要调整它的身体；这是与生俱来的，要使两侧所受的压力相等。软骨鱼像魟和角鲛没有侧线，就由皮肤里无数分枝的胶管替代，有小孔通到皮外。

水里有震荡或振动，有些鱼能用耳朵和侧线探得到。有些鱼有听觉，已经证实了；但是有些鱼对很大的声音也不理会。这并不是说它是聋的，也许它对声音毫不在意而已。我们不太知道鱼的听觉到底怎样，既然鱼都有很发达的耳朵，要问它究竟能不能听，这不是很奇怪？但是耳除听声以外，另有一种用处，即它是平衡器官，尤其是在那半规管的一部分，还没有发育到能听声音之前，先做了平衡之用。

鲑鱼从海里回到它诞生的河里去产子；幼鳗逆流而上时，力排万难，十分值得敬佩；雄鯻鱼用海藻或淡水植物来做巢；雄海马藏幼鱼在它的袋里 鱼在海滩石堆旁看护它的卵，且为它们供给空气。这类行为的例子有很多，但这些都像出于天生的，教鱼执行每日例事。这是很有效的举动，但不足以证明是有智慧的学习行为。



电鲶（下）、多鳍鱼（上左）和箱鲀（上右）

在志留纪里，也就是数亿年以前，鱼已占领了咸水和淡水。它尽有时间来取得许多经验，或者尝试许多陆续由内部发出的新挑战。

动物常常进行革命，而且也常常探求新世界。它若不能获得新世界，就得让位给一个新角色。海洋里最深处就是鱼类所占有的新世界。那里只有长夜、长冬和极大的压力，又无植物，似乎不是适宜居住的场所；但有许多种鱼在那里安家。它们大约是跟踪海边或海面上所沉下来的食物而到了那里的：有些鱼是瞎的；有些有大而突出的眼睛；多数有特别宽的嘴，方便取食；有许多能发光。

住在深渊和爬上山溪，两方对照，相差真远。有些鱼在印度山溪里，逆着急流而上，由一块石头爬到另一块石头。它薄得差不多像片叶子，这才容易抵抗朝下的急流；身体下面的鳞也大为减少，使它容易黏附在光滑的石头上——我们知道两片湿玻璃黏合在一起时是何等紧密；它的偶鳍也能攀着，有些急水鱼更有特别的黏附器官；它的眼睛比平常的鱼小得多，而且长得靠近上面。总之，它有种种适应设备，使它能在这种艰难的环境下生存。

在印度各河口和各处淡水里，常有一种攀鲈，它的土名就是指“爬树的鱼”。虽然说的人把它爬树的本领形容得有点过，但是它的爬树能力实在是很强的。马德里渔场的威尔逊先生，曾训练它从水池里沿一块近乎直垂的布爬上去；它学会了用它的活动的鳃盖和刺朝上爬。攀鲈有时在陆地上走得很远，这是件很有名的事。

攀鲈的呼吸器复杂而且奇特。它也有寻常的鱼鳃，血就分布在鳃上，但其中一鳃弓上生着复合的骨质迷路，有许多血管在壁上。空气由口里进去，经过骨迷路，放出一些氧到血管里去，同时收纳一些二氧化碳，然后由鳃室出去。

加尔各答的印度博物馆里，已故的安南达尔博士说过，还有一种攀鱼能爬上湖滨支撑水阁的柱子。这种小鱼慢慢地缘柱而上，一路吃那有坚硬皮壳的植物和动物。它好像是用尾来爬的，使人想到啄木鸟用它的硬尾羽支在粗树皮上。当这种小鱼中途要歇息时，就用嘴唇紧紧附着于柱上。

在热带海岸上有一种很常见的泥猴鱼，当潮水退去以后，就跳出来猎取小动物：它的突出的眼生在头顶上，能向四面看；它在水外时，一部分的呼吸依靠尾上密布的血管。这种鱼有时跳出水很高，居然能到红树林的根上去，可以称之为“缘木之鱼”；因为前面的两肢即胸鳍很有力，能够当小腿用。它真是出水的鱼，又是岸上的战胜者！

这些都是鱼的奇怪住处和奇怪生态，而且还有许多可以说；但是我们的目的只在表明对几种鱼的初步了解工作而已。我们并不是为好奇而谈，我们要晓得动物有种倾向——会搜寻较好而又较空的新地方，好到那里去暂避这猛烈的生存竞争。

探寻食物

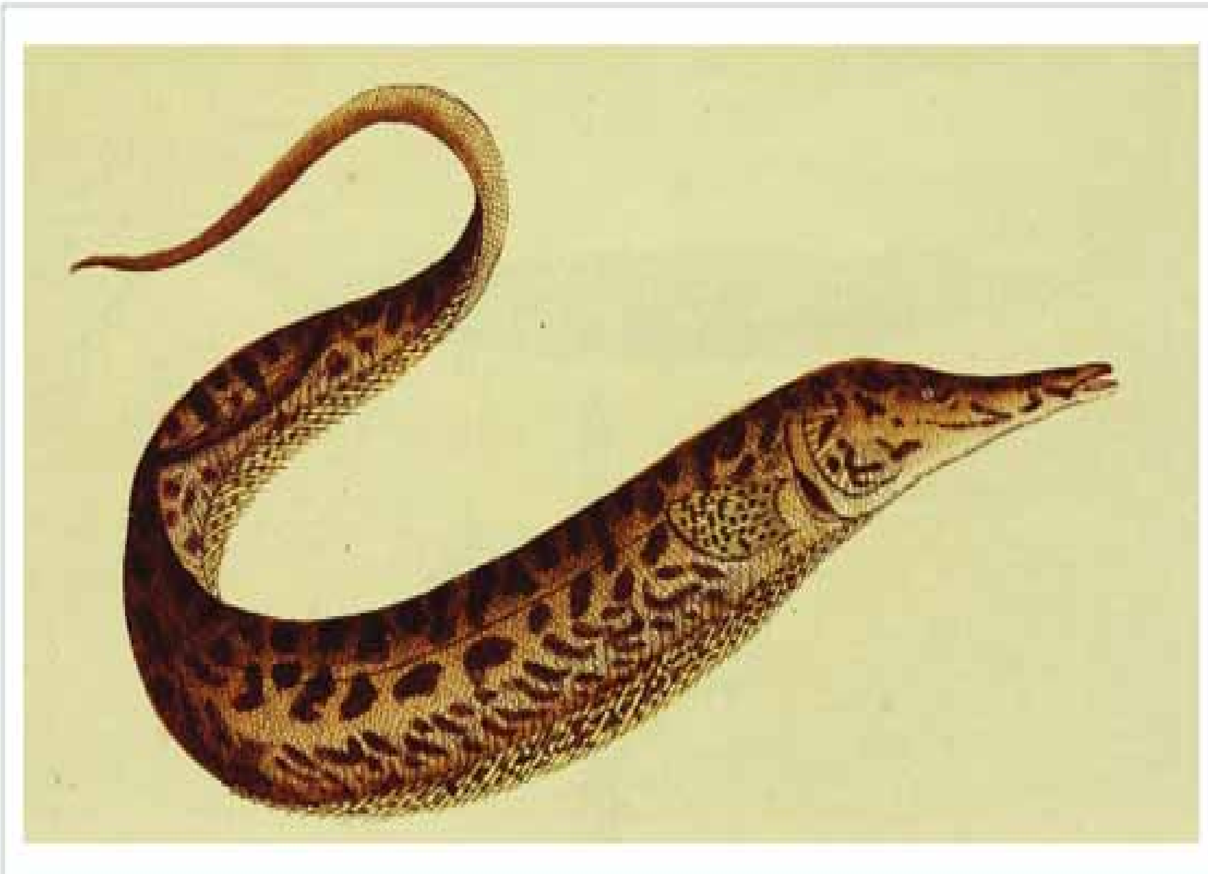
鱼曾试过许多方法去解决食物问题。食草的鱼也有几种，如地中海棘鬣鱼的长食道里，除海藻等碎块以外，没有别的食物；英国河里的赤睛鱼也可称为食草者，但不是绝对的。事实上，许多的鱼除了水草和海藻以外，更吃很多的肉食。按摄入的食物由杂到纯排序，顺列而上：以鲤鱼为首，它无论何物都能吃；最低级的那些离开海岸的鱼，以所谓海尘——由海藻区冲出去的有机物碎屑——作为食物。

肉食的鱼极多——鲨食别种鱼，角鲨喜吃章鱼，魟常捕食蟹和牡蛎，梭鱼食鳟，这样类推，多得很。比这些高级肉食鱼低级的，又有些专吃从泥里取出或从水草里捉来的较小动物为生：许多种淡水鱼以蜉蝣等昆虫的水栖幼虫为主食；鳟的胃常塞满几十只小淡水蜗牛，此外没有别的东西。在这一派的极端，有所谓细食者，像鲱鱼、鲭、鳁和小鲱鱼，专吃海面细小的甚或极微细的植物和动物（浮游生物）；这些吃浮游生物的鱼都很美味。由此可以推想，它们既吃得这般细巧，理应如此。

以上都是鱼解决求食问题的通常办法，但在这种背景前衬托出来，又有些顺变的方法。让我们先举几个奇异的例子。如印度河流里一些射狗母鱼，有时从口里喷水，来射飞过的昆虫，这和旗鱼的动作相反。剑鱼的上颚伸得长而尖，像剑形，有时好用来刺穿金枪鱼甚至于海豚，曾有剑鱼的刃无意间插穿2英寸厚的船板。对于锯鳐的生态还

没有确切明了。它的长吻伸长成一把宽锯，常长过1码，左右两边生一排坚固的利齿，与锯边成直角。据有些博物学家说，锯鳐能从捕获的动物身上剜下很大块肉来。但是别的学者以为锯的主要作用是掘松海底的泥，掘出软体动物和甲壳动物来吃；这一说法还有待考究。

电鱼的习惯尤其不同，如电魟和电鳗不但用它们的强电池来攻守，也用其来麻痹或杀死动物——尤其是鱼——来供自己食用。再举一个例子来表明可塑性。白 鱼头上和背部前段有精致的吸器或吸盘，用来附着在鲛、别的大鱼、蠵龟、游水类甚至于船上。小白 鱼对于携带它的动物并无害，因为它不是寄生物。它附着在别人身上是为了赶路，而且可以和携带它的动物分点食物。西蒙在托雷斯海峡看见有食物投入海中时，就有许多白 从水下突然上来，攫取些食物，仍旧回到原处去贴附着。我们很难想透这种和其他类似的特别习惯的起源和演进，除非承认鱼至少稍有尝试的心情。白 和它的携带者的关联一定由来已久，因为吸盘已进化到很精致了。白 一定时常附挂在携带者下面，因为它的下面比上面色深，而上面就是紧贴着他物的那一面。这当然与常规不符。读者不要忘记人类怎样利用它，在东非洲海岸和别的地方，本地的渔人在白 的尾上缚绳，教它入海去找寻蠵龟。当白 听命于天性（即反应倾向）贴在爬行动物身上时，渔人小心地收绳，就捕得了目的物，然后再放白 去捕捉。



大吻电鳗

初步的父母护子心

需要父母护养的鱼并不多。它们一次产卵就那么多，即使死去许多也没有关系。据说鳕鱼能产200万粒卵，而海鳗竟产1000万粒之多。虽然这些数目未免太大，但鱼生育极繁，却没有疑义。在大多数鱼里，父母的护养是不可能的。但也有例外，就是卵产得少，而由父母护养的。若是卵数减少，只有改变方向，养护卵的个体才能续持其种类。反过来说，如果父母护养得好，卵数也能倾向于减少。这个循环不是恶性的，却是良性的，演化史里有很多这样的例子。

在鳐属和魟属里，在许多角鲨属和鲨属里，卵较少而大。卵外有角质硬壳。鳐和角鲨的卵的外壳叫“人鱼袋”——常连在海藻或石上，免得幼胚闷塞在泥里。电魟和许多角鲨所用方法更稳当——由母鱼怀带幼鱼，直到它们能自卫为止。在少数例子里，还有更进步些的方法，就是在出生前母子间关联得很紧密——这是寻常兽类的办法的先声——例如星鲨属里大多数都这样。亚里士多德在两千多年前已经明白，而且讲得很清楚。

海岸是常常变迁的，住在这里必须奋斗才得生存。那就无怪几种住在这里的鱼表现出爱子的习惯了。海滨水潭里极多鳚，最适于钻过狭缝，它惯于把卵滚成小球，再弯起自己的身体来围着它。它常投入星火蛤或海胆所穿的石洞，甚至避入空的牡蛎壳里去，好更安全些。至于这样初步的育雏工作，是单由雄的负责，还是由雌雄双方负责，还不能确定。不过无论如何，总是由亲护子，这一点毫无疑义。

所谓的 鱼更进一步，这种怪鱼的后肢（臀鳍）变为一种吮吸器，并且长得很靠前。它在低潮处石堆中的隐蔽处产下鲜明带紫或黄色的卵，成一大团。雄的把这一团卵紧紧地推进缝隙里去，在表面上掘些圆锥形的深坎，使水能直达这块东西的中心。它在旁边守护，赶走仇视的侵犯者，移开爬过的动物如海盘车、蟹、峨螺等，并且竭力收缩它的鳃盖，打水进去，使卵得到很多空气。这样奋力动作时，它用它的吮吸器紧贴在石上。它有时摇摆它的身体，猛烈到会发出声来。有个观察者好奇心太重，惹得它太厉害，竟被它咬破手。它特别有责任心，等到幼鱼孵出才离去。

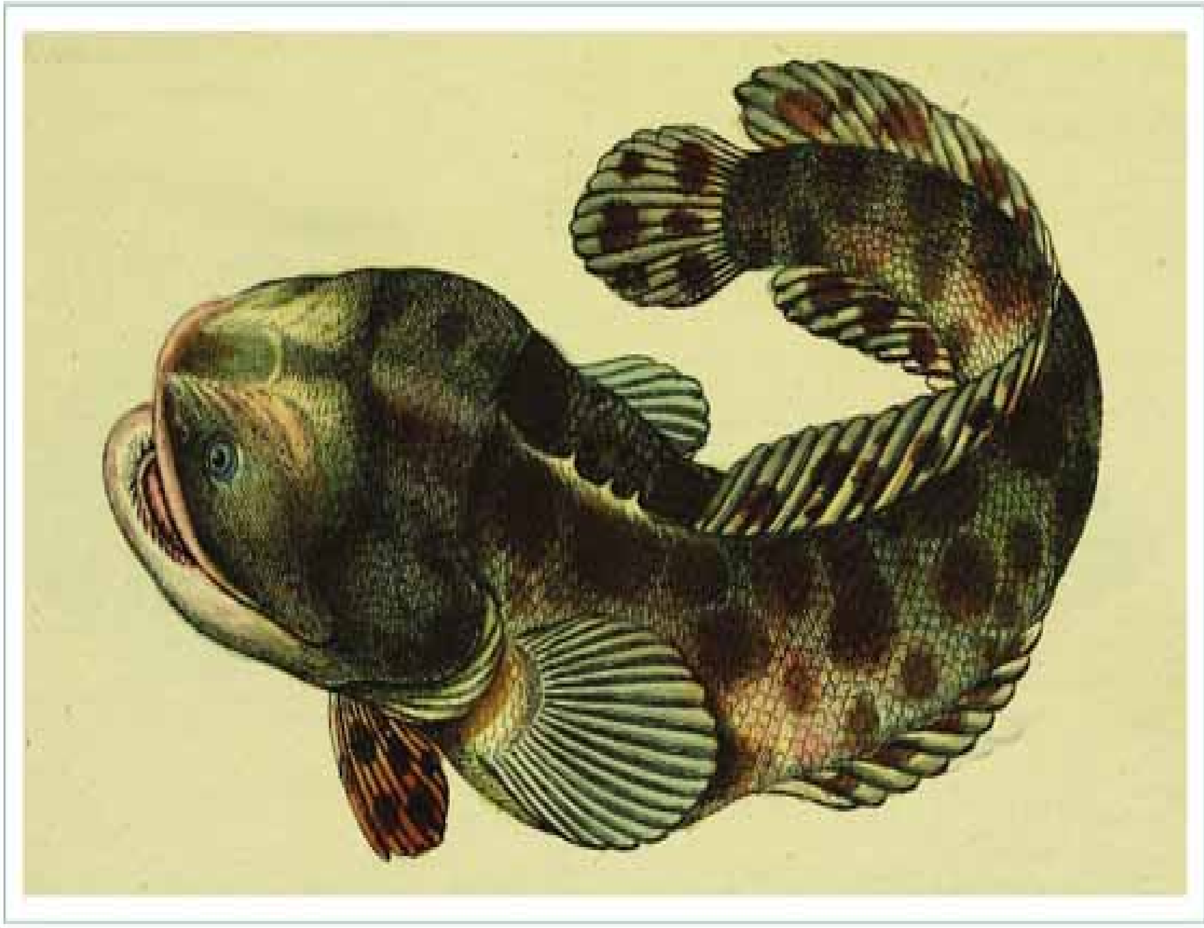
北美洲海岸所产的蟾鱼更进一步。几只雌的安置它们的卵在石洞里或空壳里，甚或在铁罐里；雄的在外守卫，驱逐侵略者，哪怕在退潮时候，也不越雷池一步。等幼鱼孵出以后，不到长成，它总不远离它们。它张开胸鳍来覆庇这些幼鱼，样子看起来很快乐。不研究这些例子，就不能充分认清鱼的性情。

北美洲大湖里的弓鳍鱼咬去芦苇的茎，留出一块圆地方来造巢。它在这片修光的苇根上生卵。雄的就在这里守卫，有时静伏至几小时，有时竭力运用鳃盖作呼吸运动，把空气供给卵。幼鱼孵出以后，归雄的引带和保护。迪安博士写道：“它好像看守得极勤，如果遇到危险，十分尽职。有时它静静地退到水草当中，藏在浮草的影下，只有四围的黑色幼鱼知道它在那里；有时它静悄悄地挟着一群溜开，拼命快逃。”当无法逃脱的时候，它就鼓起勇气，抗拒强敌。幼鱼多半由父亲照顾几周，有时保护时期会长得多。

攀鲈是马来群岛的大淡水鱼，后来也传到许多地方，如金奈。它长到差不多2英尺，味很鲜美。在生产期间，它用水草等物造一个近球形的巢，并把巢放在水边的植物上。这时，鱼呈漆黑色，眼红且有光，守护着巢穴，极好争斗。这攀鲈是鱼纲中能在水面上吞吸干空气的一种。雌的常常由水面上吸一口空气，把它喷在卵上，使它们得到充分的空气。这鱼会对卵喷空气，绝对是创举！

让我们再举印度的一个例子。有一种被称“腹丽鱼”的，生活在多草的池塘和沟里，以靠近金奈的河里最多。它在水底渣滓堆里挖出一个杯状的浅巢，并用绿色的丝状纤维衬在里面，然后产约200个卵。父母一同守护巢穴，并且时常仔细地检查它们的卵。拉杰说曾看见一桩很稀罕的事：雌鱼孵出卵后，就从一株水草根下含些黑泥渣，吐进巢去，看起来很像在那里喂幼鱼！不管这事如何，当幼鱼离巢后，暂时仍和它们的父母一同来往；父母也拼命保护它们，直等它们能自卫为止。

有几种身子细长的鱼，称为“尖嘴鱼”或“针鱼”。它们护起子来程度高下各不一样，却很有趣。北海中有一种尖嘴鱼的卵附在雄鱼的体外，别的几种尖嘴鱼雄的胸面上有两条直的折纹，中间形成一个特别的腔。当雄雌相会，雌的就放些卵在这腔前，让它们在那里受精，直到成熟；雄的把卵装紧，再向雌的来要。有些种里，两道折纹中的血管里渗出一种东西，来给幼鱼做滋养料。在印度洋里，有种尖嘴鱼是由雌的经管的，卵袋生在后肢即臀鳍上。



苏里南蟾鱼

说到极端，要数地中海里最多的海马。这种小鱼，头像马，尾像猴，有一片好看的扇形的背鳍，振动得非常快。雌的产出卵后，雄的即刻把它们藏在腹面上宽大的育儿袋里。这袋正如尖嘴鱼的腔，也由两条折纹合成，口开在前方。雄的每次只从雌的接受几个卵，但是不久又从别的雌鱼那里接受些来；等袋满了，它才闭合。内里有种海绵性的组织，富含血管，卵就分藏其中。血管里渗出一种东西来供幼鱼吃。等它们长好以后，袋仍由那两条折线连合处打开，放出一大群子女。多弗莱因教授观察得一向非常准确，一丝不苟。他说幼海马若遇危险，仍会回到父亲的夹袋里去，但是别人却坚不承认。

这种奇特的鱼和有些与此相近的别种鱼，产卵数都少。照我们前面所说，这些也是需要父母护养的。

多弗莱因教授引证巴西珠母丽鱼属的一种奇鱼，雌雄都似乎会将幼鱼衔在口里。这一方面是要避免危险，一方面是要把它们搬到较适宜的地方去。就是幼鱼已长大后，也常为安全起见，躲回父母的口里去。那么问题来了，鱼护养幼鱼（只有很少几种）为什么常常由父方，极少由母方来护养呢？这个疑问很难回答。不过有些例子中雌鱼产后常常乏力，甚至于死亡，雄的那时比雌的强健。

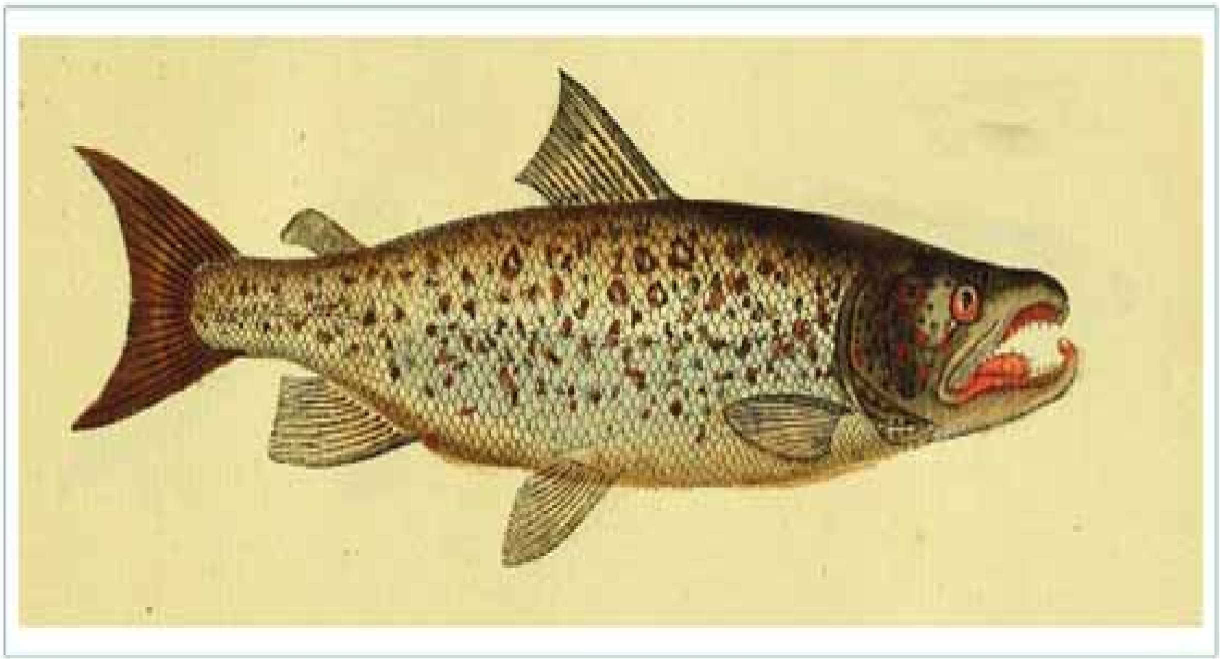
既然只有极少几种鱼能保护其子，为什么要在这本书里这样重视这件事呢？我们的回答是，它使我们看到鱼的天性里的各种可能性，这是仅仅研究鱼的日常生活时所不会料到的。

鲑鱼一年的生活史

解剖学家对身体非常熟悉，闭着眼睛也能知道，并且能指出各种器官的正确位置。博物学家则熟悉一种动物一年中的故事，就好像看电影一般，无不映在眼前。许多地方当然不免有些破绽，这表明博物学家的知识还有些不完备；但在很多动物身上，如蛙、鳗、蚊和蜂等，这种影像差不多已连贯无缺。鲑鱼也是这些最著名的动物中的一种，所以现在要离开已经研究得很好的生命全史，而从这些事件的背后去讨论它的生理的和历史的冲动。正如古生物志——从化石上叙述历代动物怎样相续——慢慢变成真正古生物学，来研究种族的历史或演化上的成因；研究动物生活史时，我们也应该由记述进到学理上。现在要谈的就是鲑鱼在一年中的生活经过。

在一年里最冷的时间，约在冬季，雌鲑鱼在河底的沙砾上开出沟槽，而且好像常能选择石块比较牢稳的地方。它摆荡它的尾，就做成产卵场；然后产卵，卵像琥珀色的珠子一样。它摆尾，扫些小石子来半掩这些卵；雄鲑鱼就放出鱼精在卵上，不过多半被水冲开而枉费了。这种生育也能在白天看见，但是我们相信大多数是在黑暗中举行的。苏格兰鲑鱼业监察员考尔德伍德曾发表过一篇论文，让我们注意到初生的鲑鱼卵的黏性和弹性。受精后不久，卵还稍黏，不易被水冲离石面；同时卵撞到石上，又跳回来。“卵很像涂胶的球，仍能从物上跳回，但一经停下，就轻轻地粘在东西上，直待胶质被冲刷干净，才不粘着。”虽然这样，仍有很多浪费，并非被压碎，而是被水冲走了；

能安稳粘在石上的卵有15%未受精，不能发育。20磅重的鲑鱼能产17000粒卵，不过比起鳕鱼和海鳗等海鱼，这并不算多。



鲑鱼

在生产时，雄鲑鱼与雌鲑鱼一起慢慢地逆水而游。游一程，产一回卵，直到产完为止。一对鲑鱼所产的卵可占直径五六英尺的地方。雄鲑鱼并不问造卵床和掩卵等事，它只是很凶地赶开天敌和侵犯者。工作完毕，雌鲑鱼十分疲乏，就退到深水处去休息；雄鲑鱼稍后也跟去，但雄鲑鱼死得多，多数不能再回到海里去。

生活过程包含化学反应，这些都随温度高低而有不同的速度。鲑鱼卵在冬日寒水里为何发育得很慢是很易明了的。不像大苍蝇的卵那样急于在夏天暴露出来的肉上发育，鲑鱼卵极慢地发育，以实现它的遗传性。起初好像简单，后来形成复杂的东西；脑和眼、心和鳃，继续生成；约3个月以后，卵就孵化了。

由卵生出仔鲑鱼，带着卵黄，突出在腹部的一个囊里，以致它不能快速运动。仔鲑鱼在石罅里挣扎得很可怜，它们绝对不能侵犯它物的。卵黄囊愈缩愈小了，在一两个月内，仔鲑鱼长到1英寸长，能自由来往，也能保护自己了。

产卵约5个月后，到次年4月，水里重见小动物，如昆虫幼虫等活动起来，这些可供给幼鲑鱼做食粮。这时可以看见幼鲑鱼窜来窜去，追东西吃，并常到水面上来。它们在5月里，长约1.3英寸；到10月里，就有3英寸，但食物就断绝了。整个冬天，它们静伏不动。

第二年，它们就长成一岁鲑鱼，有五六英寸长，像小鳟，但是好看得多。在身体每侧，出现八九个排得比较整齐的“指痕”；这些是由于一些细胞里藏有黑色素。它们是位于下层的真皮，而映到透明的鳞和最外的透明表皮以外来的。

再到春天，当幼鲑鱼开始过它们的第三年——当然个体不同——一岁鲑鱼就变成两岁鲑鱼了。鳞已长得厚实些，并多带着银色光泽，把一些鲑鱼的“指印”遮盖起来了。两岁鲑鱼穿上银色入海衣，而且组成上也有精细的变化。我们不知道两岁鲑鱼怎会应召赴海的，这或许由于内含的一些化学刺激素，使鱼开始变得一刻不停地游动。据说养在水槽里的两岁鲑鱼竟会跳出来，要往海里去。

咸水里多营养又多刺激。两岁鲑鱼变成入海鲑鱼，但中间的几个变相就不甚明白。入海鲑鱼的鳞现出一段夏带，一段冬带，并且有第二段夏带的雏形。约到3岁半，入海鲑鱼就趁夏到河里来，等秋天时产子。但是也有些鱼，一入海后，永不回到河里来。所以这样产子的只有鲑鱼。有些鲑鱼在海里要活到五六岁。鲑鱼很有个性，所以准确的生命曲线在各处各有不同，甚至于同在一条河里的各样鱼。

动物的生命史就像米尔扎桥一样，很少人过得去。对于鲑鱼，这真的一点也不错：多少卵被水冲去，多少卵不能受精，鳗鱼寻仔鲑鱼来吃，鳟鱼吞食幼鲑鱼，梭子鱼吞食一岁鲑鱼，黑鳕鱼在河口等吃两岁鲑鱼，海豹吞食入海鲑鱼，产后鲑鱼自相残食，水獭一点不费力就能吞食力竭的产后鲑鱼。

鲑鱼的英文名意思是“跳者”，等鲑鱼逆着急流而上时，便达到一生中的最高点——我们通常拿它代表各种动物的倔强性。我们已经讲过鲑鱼的个性；我们要记着这事，才好讨论逆流上溯这件事，这不是空着肚子所能做到的。有些鲑鱼由海入河时，也许碰巧吃了一餐，也许回想吃过的饵，也许碰到引得起兴趣的钓饵，竟受引诱。但主要事实是：成年的鲑鱼力争逆流，大都靠在海里所聚积下来的精力。我们希望能了解：鲑鱼是源于淡水后来去征服并利用海的呢，还是源于海

里，后来为安全计才到河里去生产的？无论答案为何，我们一定要认定一个能启迪人的观念：鲑鱼是“历史的生物”——有独特品格，好比人格；它现在的举动是受制于一个永远不灭亡的过去的。

鳗鱼小史

所有的生命史当中，最奇特的大概要算普通的鳗鱼，直到最近几年，我们才知道得完整一些。我们先来说离人们最近的鳗鱼，就是住在池里和河里安静处的那些鱼。

圆柱形的身体在泥里转动，在石堆当中进出，并且鳗鱼喜欢有东西碰着它的身体。普通长成的雌鳗鱼约有1码长，雄的最长不超过20英寸。雄鳗鱼要4年半到6年半才长成，雌的还要多两年。好像在这最后的两年当中，雌鳗鱼几乎超过雄鳗鱼的大小。在生长期间，鳗鱼带些黄色，再加些灰、褐和绿色；但到快长成时，它们就披上银色。所以，发育中的鳗鱼称为“黄鳗鱼”，生产期中的鳗鱼称为“银鳗鱼”。我们可以说：鳗鱼从来不在淡水里生育。

鳗鱼的构造很有些特点：没有相当于我们的腿的后鳍；嘴生得特别宜于贪食；通鳃室的口很小，所以鳗鱼在水外可以很久都不觉得痛苦，因为鳃不易干。无疑地，鳗鱼能由池里经过草地，而到河里。

常言道，鳗鱼无鳞，但这是不对的。因为鳗鱼鳞很多，不过很小，并深藏在黏性的皮里。我们能按照鳞上所长的约近同心圆的数量，算出鳗鱼的年岁来。但是我们要加3岁，因为鳗鱼不到3岁是不长鳞的。鳗鱼差不多可称为食肉动物，因为它们会攻击所有其他鱼类，有时候还吞食蠕虫、淡水蝌蛄、蛙、水禽、河鼠等。里根写了一部非常有价值的书，名为《英国淡水鱼志》。他列举了鳗鱼的食物范围中的一些奇例：“几年前，在靠近舍伯恩的某个池里，有个工人捉住一条大鳗鱼。他先看见一只天鹅正在挣扎，就过去看是怎么回事。原来这天鹅把头伸进水里，就被鳗鱼咬住了，直到工人把鳗鱼捉上岸来，它才放开了天鹅。”鳗鱼只要稍有机会可以吞别的东西，就去攻取它；它自己却难得被别的动物吞食，除去在幼鳗鱼时期。

鳗鱼像鸮一样，基本都在夜间捕食。白天它躲在石下或泥沙里。据说雷雨交加时，它是活动不息的。在生长期里，鳗鱼大部分栖于淡

水，但是有些却到河口或海港，甚至于出了河口到附近的浅海去寻觅适宜的食物。

过了几年以后，鳗鱼就完全长成熟了。它的形状改变了：腹下的颜色变为银白，眼长大了，吻没有以前那么扁平，前鳍伸长而带黑色——鳗鱼此时正换上入海衣。习惯也变了，食欲减小，食管收缩；颚因为不常用，颚上肌肉也渐渐地变小；嘴形也跟着改变了；血的成分也改变了，碳酸气比从前更多——也许因为这些鳗鱼就暴躁不宁。它觉得非起身不可，多半在秋天晚上迁移，我们曾在晚上看见一群鳗鱼顺河流下。

有时鳗鱼很难出池，比方水闸有时会关闭。但这好动不息的鳗鱼会跳出水来，并能在湿草上蜿蜒一程。另有一种险难，就是渔人知道什么时候会有“鳗鱼汛”，就放些塔糖形的网在河里适当的地方，一打就打起许多。银鳗鱼的肉比黄鳗鱼的肉更可口。

但是许多鳗鱼能到海里，这就是第一段行程。施密特博士17年来探讨所得，非常确切。他和别人已证明鳗鱼先要经过很远的路途，才能寻到适于生育的地方。它们从波罗的海、北海和地中海出发，都挤到大西洋中；非到海内它们不能完全长成，而且并不是任何一个地方的海都行。像北海大部分嫌太浅，而够深的地方又太冷，它只得远迁。施密特博士证明：欧洲鳗鱼的生育地方在大西洋西部，约在北纬22°~30°与西经40°~65°之间；生育地方的中部约为北纬26°，差不多在西北夏威夷群岛和百慕大群岛半途中间。在这地方，有一次一网打上800只很小的鳗鱼，这表明已经发现鳗鱼的巢穴了。生育以后，大鳗鱼好像就死了，它们从不回淡水去。

这是一个重要的发现，所以我们须引施密特本人的话。他说：“一群一群的鳗鱼由欧洲各方远向西南，渡过大洋而去，就像无数祖先所曾做过的那样。这路程需要时间多久，我们不能说，但是我们现在知道鳗鱼的目的地在大西洋西部——西印度群岛东北和东面。此处就是鳗鱼生育的地方。”施密特博士写这几句话时，一定很得意——他把17年耐心的研究和艰难的工作，凝缩在这里了。

鳗鱼的漂游自在的卵，还没有人见过，但是它多半产于春天和初夏。很娇嫩的幼鳗鱼长0.33～0.6英寸，浮在水面下600～1000英尺深处——那里光很微弱，温度约20℃。它吃极小的生物，长得很快，当年

夏天平均就达到1英寸长。它上升到近水面处，约在75～150英尺深处，有时简直就到水面上来；随后被卷入上层水流东去，回到欧洲海边去。当年夏季没完时，它已经在路上了，不过仍在西经50°以西的西大西洋里。我们先暂且搁起那些漂向美洲去的不谈，专来讲那些回到欧洲去的幼鳗鱼。

在第二年夏天，幼鳗鱼平均有2英寸长，这时它多数还在大西洋中部。它像什么呢？幼鳗鱼在第二年就像一片树叶或一柄小刀的刀片；除了眼睛，差不多周身透明的，它正像一片活玻璃。博物学家在1856年就知道它，并且给它一个专属名称叫“鳗鲡属”，原意是“光头”。但是以前没有人想到这些透明的海鱼就是鳗鱼的幼年时代。我们现在知道，这就是未来的6英尺长的大海鳗鱼的幼年时候，它是离不开海的。现在再来讲鳗鱼的行程。

到了第三年夏，幼鳗鱼已逼近欧洲海岸，它这时约有3英寸长了。它仍像透明的刀片，但是不久就要变样了。它很悠闲地摆动叶形身体，游泳的姿态很可爱；它还能浮着不动，因为透明，差不多看不见——这样或许能逃过海鸟的馋眼。

过了这年秋冬，就有很奇怪的事情发生。这些小动物不吃食了，当动物这样做时，我们就可以看出要起大变化了。鳗鱼的身体从刀片形变成圆柱形，约有织绒线衣用的骨针那样粗。当起变化时，幼鱼变轻，变短。在动物长大时有此情形，虽然很奇怪，但是我们想到它不吃东西，就解决了这一疑难：它这是用旧质料，按新计划，来改造身体。它的精力既只有消耗而无增进，是一定要减轻的，结果如何呢？

现在的幼鳗鱼约2.5英寸长，比之前坚韧些，好预备逆河而上。它现在约满3周岁，它就沿海边寻找河口。有些行程较远，不像塞文河较阿伯丁郡的底河容易找到些，地中海比波罗的海近些。那些溯波罗的海河流而上的，一定经历过2000英里以上海程了！

幼鳗鱼春季溯河而上，实在好看。盎格鲁－撒克逊人称之为“鳗鱼汛”，意思是鳗鱼的旅行。这些小游泳家如此之多，有时用一吊桶能捞1000多只。它乐于傍河边而上，不喜欢迎着河心激流。这里有桩奇事——幼鳗鱼每天一定要调整它的身体，使水两边挤得一样重，这就使它一直向前。若是它到了两水交汇处，还能重行调整自己的身体，来迎合新河流，这样仍能直上。它上去必有一种极强的驱迫，若是走到

瀑布下，它就游上紧靠着旁边有苔藓盖着的岩石，绕过难关。有些博物学家说，将来要变雄的幼鳗鱼不像那些要变雌的幼鳗鱼逆游得那么远，它落后，而雌的幼鳗鱼仍前进。

在河中行，只在白天。我们看见过幼鳗鱼千百成群游过，差不多头尾衔接；但是太阳一落山，忽然一条也看不见了。它们全都蜷伏在岸下或石下去了。

在瑞士海拔3000英尺高处也有鳗鱼。在康士坦茨湖里，鳗鱼很丰富。这里在莱茵河上沙夫豪森大瀑布以上，但是幼鳗鱼或许由其他水道迂回而上。兰基斯特爵士在他动人的《安坐科学谈》里说，据可靠的报告，通往多瑙河的川里，居然也有鳗鱼，但极罕见，虽然多瑙河并没有鳗鱼汛，“无疑地，它们都是一条一条地，从莱茵河或易北河的支流，经运河所成沟渠，而移入多瑙河水系的”。

尼亚加拉大瀑布自然成为幼鳗鱼逆游的障碍。但是美国动物学家贝尔德教授写道：“在春季和夏季，游历者若是走进瀑布脚下水幕背后，看见极多幼鳗鱼在光滑的石上爬，并在翻腾的旋涡里蜿蜒，一定会大吃一惊。”他接着说，那里幼鳗鱼多到能装满千百列的货车，然而瀑布是幼鳗鱼过不去的！

至于隔绝的池塘里也会有鳗鱼出现，必须知道幼鳗鱼会从排水管钻上，或者回溯一股细流而上，又能贴着湿的草地挣扎过去。如在意大利北部，有时幼鳗鱼被导至适宜的地方；而它常常在鳗鱼汛繁密处被捕获，再放进别处的池里。无论如何，它经过长程以后，才来到池或湖里。

让我们摘要记下全篇历史：长成的“银鳗鱼”——从湖泊顺河入海——在大西洋西部生育后，父母就会亡故。透明的幼鱼开始长途旅行，经过幼鳗鱼期——鳗鱼汛——发育成“黄鳗鱼”。

𫚥鱼

一种动物能否引起人的兴趣不在于其体型的大小，可用刺鱼来做例证。它是英国最小的淡水鱼，但却是最有趣的鱼：它好强，喜欢争斗，也有同等坚强的爱子之心；它有些很离奇的习性，又有很多变种。在英国的名单上，至少可列3种：三棘的、十棘的和十五棘的刺鱼。这些常分隶于三属，意思是说它们相差得比一属当中的三种要大得多。

在北半球的河和海里，从堪察加到西班牙，从阿拉斯加到加利福尼亚，都有三棘的刺鱼，即三刺鱼。这是小身体而有大胆量的好例子，因为它虽不满4英寸长，却一切都不怕。在有些地方，特别是在北方，它多半住在海里，称为“银鱼”；在别的地方，如环地中海一带，它差不多只住在淡水里。它的外貌常随不同的产地而略有不同，适应性极强。若是忽然把淡水刺鱼放到海里去，固然要致死；但是任何在河口咸淡水相交处的，不论出海也好，入河也罢，都过得惯。在咸水和淡水里，它都常结群，贪食昆虫幼虫、小甲壳动物和蠕虫，也不免吃别的鱼的卵和雏。它的食欲很大，捉住了小动物，就像斗牛犬那样咬死不放。这就使初学垂钓的人容易捕获，不用技巧也可以钓到小刺鱼。

当繁殖时期将近，大约在春末夏初，刺鱼就会穿上它的婚衣。背上的黑绿色铺到两边成条纹，雄鱼的腹下就变成鲜红，雌鱼的

腹下普遍带银白或金黄（它的数目好像比雄的多得多）。雄鯻鱼在河旁储水处，或者缓静浅流，或者海滨近高潮线的浅滩里筑巢。鯻鱼用碎草筑巢，更靠从肾渗出的黏丝来缚住这些碎片，缚得整整齐齐。结果形成一横放的桶状，直径大约1英寸，有一端开着一个口，就像顶上开洞的穹顶，巢附着在水底。筑巢也要好几天。雄鯻鱼一心做工，特别讨厌被打搅；等它造好巢以后，就去寻找异性伴侣；在求偶时，表现出鱼类特有的快乐。雄鱼引雌鱼到巢里去，一半是靠诱骗，一半是用威迫。雌鱼进去，产几个微黄色的卵；过四五分钟，就由来路对面打一个洞出去，不辞而别；而且以后的进展与它也无关系了。于是，雄鱼进来授精给那些卵。第二天，这个小小的多妻者再出去另找伴侣，情形如前，直到巢里有很多卵为止；卵数必须抵得过死亡率，这是生活的定律。雄鯻鱼并不管娶妻多少。

雄的不单看护巢，防范别的动物侵入或无意中游近，它和近邻也打得很厉害。这样争斗时，很能表现出雄鱼的本色。激动的时候，红色质细胞好像变大了，全体的颜色也更浓。争斗并非儿戏，因为它的一个别名“快刀杰克”可不是白来的：它会用背刺当武器，割裂它的敌人。雄的在情场和战场上都得胜后，会变得驯良些。它就代理母职，来看护巢穴：用它的嘴修补破坏处；用它的鳍扇风，使巢里有足够的空气；如果幼鱼提早离开巢穴，它就用嘴衔它们回来。严格些说，这时的巢只有架子，因为幼鱼孵出后，大部分已经被破坏了。无论如何，雄鯻鱼是很繁忙的，直到它全部的家庭成员都去开始生活的冒险航行为止。前方固然有危险，但船已经下了水了。

十棘鯻又称为“修补匠”，有7～12个短刺，而身长不过3英寸。它不像三棘鯻向南分布得那么远，在苏格兰好像北以福斯河和洛蒙德湖为界。它在淡水中的时间比较长。雄的在生育时呈暗褐色，巢并不附着在水底，而是在水藻上。

十五棘鯻比别的种类大，有5～7英寸长。它完全住在海里，而且造巢在海边。材料是海藻和植虫，也靠肾里渗出的细丝来系定，这很像一种变态成为常态了。无论什么动物，如果肾中渗出这种黏液，我们一定说它是病了；但是这种鱼一到生育期内，雄鱼就如此。

我们不能不怀疑：雄的究竟真能复原吗？有些学者说鯻鱼平生只繁殖一次，活不过两三年。我们来讨论一下：雌的是否因繁殖过劳而变得很冷淡，让那些为生子牺牲得较少的、或许体质本来比较坚实的雄鱼活下去，好护养卵和雏？我们应该查明，雄鯻鱼经过这种工作后，是否也有伤亡？

鯻鱼的生活里还有很多别的有趣的情形，并且很值得进一步研究。有少数的鱼是能用胸鳍游泳的，鯻鱼就是这样——胸鳍普遍是作平衡器用的。海鯻鱼可以慢慢地用胸鳍划水，使它向前进或向后退；但在匆忙时，它的后身就显出波状的动作来了——这是鱼

的正宗游法；还有口和鳃盖会呼吸得很快，有时每分钟有150次，像气喘一样。

还有一项有趣的试验。在白瓷背景上试养鯻鱼，它的皮色会褪去，成白色。如果时间再长些，放回正常的环境里去，它竟然不容易恢复原来的色泽。关于鯻鱼，仍有很多方面有待研究。

鲱鱼

所有的鱼都不一样，它的气质不同，如它的味道。最有个性的鱼中自然少不了著名的鲱鱼。它多是在早晨餐桌上被熟知的，有各种不同的外貌。鲱鱼大约没有精神生活，但是它却有灵锐的感觉，而且也很活泼。和鲤等随遇而安的鱼相比，它的确是神经质的、易激动的。我们很不容易把鲱鱼养起来，它会对着鱼缸的边上撞，或者跳出水外到地板上。所以我们相信要把活的成年鲱鱼运到远海，像新西兰岛四周去，简直不可能。

一个人没有见过活鲱鱼，就不能正确地欣赏它，最好乘渔船去看一回。当起网时真是壮观——网眼里好像载满了断了的彩虹，有银色、金色、钢蓝色和鲜绿色，还有其他颜色。很多鲱鱼的鳃盖绊在网上，等收网时，已死了。活鲱鱼令人一见难忘，引起我们注意的，就是它那轻巧的身体。像别种习性活泼的鱼一样，身体的一大段专供移动，偶鳍差不多总是平衡器，而身体后段几乎全是肌肉（大多数的鱼就靠它快速地摆动，游泳前进）。在鱼商的砧板上时，鲱鱼的身体很硬；但是在水里，比罗斯金所说的“扭箭”还要快捷些。我们只能找出别的纲里非常矫捷的动物——如鸟类——来和它相比。鲱鱼的“流线”非常适于快速游动，如同游艇的流线一样，可以称得上绝伦。色彩美、形体美、动作美——鲱鱼可谓完美至极！

当一群鲱鱼近水面游戏时，它们激起一片涟漪，好像渔民描述的“有微风吹过”。当寂静时，在稍远处可以听见它们游过的声音。它们

在暗处游行时，显出亮光，渔民和博物学家相信是由鲱鱼发出的。我们不相信鲱鱼自己能发什么光，这光一定是由于反射或由于触着水面上的小动物，这类小动物多数会发出磷光。至于挂起来晒干的鲱鱼，身上也会发光，这自然是由于发光的细菌所致。

鲱鱼属有50多种。北海和北大西洋的鲱鱼就分几个种族，像人的种族一样，成为争论焦点。鲱鱼也像人那样容易混合，它会寻求机会通婚。在无篱笆的海里，各处形成了不同的鲱鱼种族。像波罗的海短鲱鱼就和苏格兰西部壮伟的种族很不相同，那里的鲱鱼有时竟超过1英尺长。可是它们能通婚，就如人类一样。它们随意在各处游历，就如人类的种族，也混合得非常乱。但是在有些例子里，也显然有分别，例如大海里夏日生育者和近岸秋日生育者。凡不信演化的瑞普·凡·温克尔一类人都应该研究鲱鱼属。如何分析鲱鱼种，像鲱鱼、小鲱𬶟、青鳞鱼、鳁和西鲱，而鲱鱼种又如何分为鲱亚种或鲱种族——所有的演化都在进行中。

鲱鱼无甲又无武器，有不少天敌喜欢吃它美味的肉——鳕、黑鳕鱼、鳁鲸、海豹和鸬鹚都是。它的脑没有很发达的组织，那么它是如何维持其种族的命脉呢？一部分是因为它的敏锐、机灵和迅捷，但是大部分还是靠繁殖力强大。它能生存下来，不是因为强壮或聪明，而是因为繁殖多。雌鲱鱼能产2万～4万颗卵，比之鳕和海鳗鱼虽然不算多（它们是动辄产数百万的），但是已足够了，总有一部分可安全地存活下来。再有就是，它的卵不浮起来，不像多数我们所吃的鱼那样；它生出后，就会沉下去，粘在海底石头上面。生育时，鲱鱼群要寻较浅的水，有时要寻较淡的水，都很骚动。鲱鱼猎食时好结队，生育时也成群。它们发狂五六小时，雌的产出卵子来，雄的泄精在卵上。海面变成带灰色，同时就有鲱鱼气味上腾。

很大群的幼鲱鱼常住在食物丰富的内海湾和河口里。它很美味，食桌上所谓“银鱼”的一大部分就是它。不过银鱼常包括别的幼鱼在内，如小鲱鱼。有段著名的逸事，英国博物馆的一位鱼类学家曾在餐盘里分辨出8种银鱼来！鲱鱼吃得干净，大半靠大海里的小甲壳动物为生——所以肉味就很鲜美。

它是群居的动物，喜欢集体行动，十分活泼，有时会跳在空中。为了跟寻食物，它远近上下都去遨游。它有时也会迁移——或躲避天敌，或因水里多了油腻污秽——去寻找更适宜的生育场。鲱鱼是一种游牧动物，我们希望对它的了解更多一些。

飞鱼

航行到好望角、印度、美洲时，就可以看见飞鱼在汽船前飞起，它向两边高高掠浪而过，有一两只会飞到船板上，或向舷窗撞来。有时这些好看的动物蜂拥而起，使我们回想到在温暖地方（如意大利）的草地上走过，惊起许多昆虫在我们面前飞腾。太阳照着它，好像大蜻蜓。爱宾斯在他的小说《我们的海》里说“船头飞鱼分列成很多群，结了队又展开翅膀，咝咝作声，像小飞机一样”，描述得非常准确。

经过许多辩论后，博物学家断定平常海里的飞鱼和豹鲂鮄鱼的前鳍扩大当降落伞用，而不是当翅膀用。前一种稍能振鳍，后者稍能鼓鳍；但是严格讲来，都不能拍击空气。鱼未离水前，靠尾猛击而得动力，再借风和浪来推送。等它再落到水面上时，它也许不待身体没入水内时再用尾打水，重新跳跃起来。它能相隔很短的时间这样升腾一次。我们还要注意的是，它胸鳍的肌肉虽比寻常的鱼发达些，却也不很强壮。这些偶鳍在寻常的鱼身上，原本不是用来游泳的，只是为了保持身体的平衡。

海马

博物学还没有发展以前，有人在海里发现一种新奇动物要他的朋友们相信，实在很难。有种方法就是拿实物或标本出来给人看，但这并不是很容易的事；另一种方法是画出图来；再不然，就说“无论如何，我所看见的不见得这样难信，这不过和你常在陆上看熟的某种动物遥遥相对而已”。如此就养成一种意念，以为许多陆栖动物都有海栖动物来和它们配成双。像许多方言里都有海栖动物沿陆栖生物取名

——海葵、海蝴蝶、海王瓜、海鬼、海鹰、海扇（即石帆）、海鸥、海马等等，多得很。

海马是一种能引人笑的动物。它的头像马，尾像猴，可握东西。吉尔把它比作大象棋上的马，骑在一种小乌贼叫卷壳乌贼的精致的蜷壳上。其学名Hip－po-campus的后半部分是希腊语，意思是蜷曲的毛毛虫或蠕虫。

通常的鱼身体向两旁摆动，左右激起大堆的水。但海马的身体很僵硬，又不能摆动，只能靠盘曲的尾上下地动，像变色龙的尾那样。还有不一样的，是它的两目能各自活动，前面所说的那种蜥蜴也有这种特性。海马和古怪的变色龙一样，也是一种很奇异的动物。

多数热海和温海里都有海马，分为多种。它在水族馆里虽然难以取悦于人，却为人们所熟悉。看它的奇怪动作，很有趣，从不慌张。它好像能调整鳔里的空气来适应海水的比重所以不用费力就能浮在水中。它喜欢向上伸直，用尾绕着海藻茎而休息。

有时海马慢慢地沉下去，好像一方有枢纽挂住一样。随后它一撒尾就很快地游开去，用背上单鳍急速波动着，再靠纤细的、成对的胸鳍的急拍来帮助游动。它常常倒身扑入水内，跟着很快就恢复直立姿势——要靠这动作来猎食，太慢了。我们相信海马用它的小嘴当一种吸管，从海藻的叶上和海底，吸取小甲壳动物和别的小型幼鱼等——除却有几种住在海洋里浮着的海藻堆里的外，其余都在光亮的、多海藻的、比较浅些的近海中。

细心的观察家注意到海马每过些时候便发出一点尖细的关合声，好像下颚很快地开合时，由急速颤动而发出的。不要认为这是谈话，因为英国的海马发声轻而且单调。但是一只海马能应答别的海马，雌雄两性都能发声。到生育时，发声更勤，更响。想到海马“嘶”起来的声音这样低小，就忍不住想大笑，但是我们还要讲些比海马谈话更有趣的事。

雄海马尾巴前段的下面有一个大袋子，由两层折皮接在一起所组成。前端有一个孔，雌海马按时塞些卵在这孔里；好像当输送过去时，卵就受了精；稍过些时雌的再回来，放些卵在雄的同伴的袋里。

更有趣的就是几只雌海马也许同时利用一只雄海马，所有这些事都很奇怪。

卵在密不进水的袋里发育，它们好像是固定的。袋里有海绵状的内层，到此时就有许多血管；这内层维系住那些卵，而且尽一部分饲养的责任。也像普通的鱼卵，里面有很多的卵黄；等胚一天一天发育起来，卵黄就渐渐被用完了。

过些时，幼海马已长成到像个样子了，便在它们的摇篮里躁动不安。雄的举起猴状的尾按在袋上，有些幼海马便从刚开始张开的前孔挤出来；或者它能把袋抵在玉黍螺上挤，逼那些幼海马出来。这是很奇怪的现象，因为看起来活像雄鱼在那里生小鱼。据一位观察者考察：雄海马每挤一趟，要跟着休息几分钟；每趟挤出3～6只幼海马，约6小时后才能全部放出。新孵出的幼海马游进海藻堆中不见了。



许多种海马和它所依据的海藻同色。而佛罗里达沿海海草（一种显花植物）中，住有一种小海马，身带橄榄绿斑点，很不明显。拟形的保护在澳洲叶海马那里达到了极端，它身上的刺和节伸长得像叶状、分枝状和波纹状。从演化上看来，这种动物也很有趣，袋就是在尾下的一条槽。在有些尖嘴鱼里也可以看见这种情况，因为尖嘴鱼和海马本非远亲。

读者急于想要知道保护幼子的责任为什么属于父亲，尤其是雄海马要比雌海马小些。我们知道父母护养子女是很有好处的，但是为什么一定要如此有所偏重地分工，却不是现在就能说明白的。

鲽鱼

在英国人重要的食用鱼名单上，那种向侧面平摊的鲽鱼占有重要的位置。它虽不及黑线鳕或鲱鱼那样数量众多，而且不经腌制，但依然被大众喜好，因为它很美味滋养。它和小鲽鱼（Dab）、比目鱼是近亲，但长得更大更肥一些，也有更重要的商业价值。它通常重2～3磅，但也有超出此重量的。在好的环境中，不受惊吓，食物又多，它便会一直长下去，长成很大的鱼。很少几种鱼有一定的生长限度，像多数动物那样。运气好的黑线鳕可以长到鳕那样大，大约会有3英尺多长。

长大的鲽鱼平常卧在浅水里的沙底上。鱼身上面通常是橄榄褐色，带橙色斑点，能随最近环境的颜色而变化。鲽鱼也像它同类的硬骨扁平鱼一般，也能变幻它的皮色，使人不易发觉，这种变化是靠皮里的色素细胞伸缩而成。它休息时，则不靠这种保护，因为它的身上常盖一层薄沙，只有两只守望的眼突在外面。鲽鱼很注意地清理软体动物、甲壳动物和蠕虫等，它吃得很干净，这或许是肉味鲜美的一个原因。像大多数同族一样，除去菱形鲽、灯笼鲽和大菱鲆，鲽鱼休息和游泳时都用它的左边。人们都知道向下一面带银光，没有任何色素。银光是由皮肤细胞中所谓的虹彩细胞里积贮的一种废产物——叫鸟嘌呤的小颗粒——反射出来的。原来的左眼向右移动直移到右眼旁，要不然，它就会被磨损。再者，左眼移到右方，好处最多，但这种移动方法实在很奇怪。

鲽鱼在每年的年初几个月、水温最低时生育，卵产在上层水里，并在那里受精；但是等到发育时，就向下沉。卵的直径约0.08英寸，所以在一个液体夸脱（1英夸脱约合1.137升）里，能容20万个之多。鲽鱼对生育的区域很挑剔，它专拣浅水带到深水中间一段来产卵。按照最近的发现，海水对生育的适宜性的制约不在于深浅，不在于盐度，也不在于是否接近陆地。如果我们单论这些制约的话，在于水的温度和逆流的构成状况；大逆流无疑和海岸线的形状，和海底的倾斜起伏有关系。在所有著名的大生育场，像佛拉芒湾、多格尔东沙、弗兰伯勒外海和马里湾等，都有大逆流。我们应当把苏格兰区域放在最后，因为它虽是苏格兰海里最重要的鲽鱼生育场，可是北海北部一带海里产出的鲽鱼，不如南部生育场所产出的那么多。

在卵膜里，胚一连发育20天而成幼鱼，在这个时期浮着的卵很多被海流冲散。如在马里湾下的卵好像逐流东去且南下，或能到苏格兰东境拉特里角以南的岸边水里去。

据估计，一条大型的雌鲽鱼可产50万颗卵，而平常的6岁的鲽鱼也有这个数目的1/4以上。这表明自然所用的工作方法，总要留下的多些，但大多数能幸运地存活下来的概率很小。多数的卵未受精而死去，许多卵生下来就被其他鱼类吞食，有些漂流到不适宜的地方去。初发育时，死得最多，正常幼体开始自卫时大概最为严重。从“圆鱼”变为“扁鱼”时，是一个大的危机。此外，鲽鱼所赖以生活的软体动物和甲壳动物的数目也会有增减。无疑，在鲽鱼遇着一个区域拥挤得厉害的时候，必有激烈的竞争，它所吃的无脊椎动物也会缺乏。而且，鲽鱼的味道太鲜美，难免会遇见许多饥饿的天敌。最后，鲽鱼受人类影响而增多减少或变大变小，比其他的鱼大概都厉害些。

在一战以前，有经验的人断定是渔民们——尤其是撒网渔夫——在北海捕的鲽鱼太多了，所以捕获的鱼，大的越来越少。但是战后渔业复兴时期，每天的所获增加得出奇。1913年只有2英担（1英担约合50.802千克）；1919年增加到四五英担，并且中等以上大的鲽鱼数量也增加很多。虽然小的减少，可是总重量反而大增。战争期间，停止捉鱼到底为什么会造成这样的结果，我们没法回答，但是鱼的数量因停捕而大增这件事实却是清楚的。不过这种增加并不会持久，而实际最重要的问题是如何才能使这种有价值而又美味的鱼一直繁盛。现在有两种办法：一种是把许多的幼鲽鱼由鱼多的海边转移到较适宜的天然

养育场繁育，如多格尔浅海等处；另一种办法是规定某种区域在全年或若干月里禁用某几种采捕方法。

鳐鱼

和浅水层中的鱼（如鲱鱼）相对应，也有住在海底的鱼，其中没有比鳐鱼更别致的了。脊椎动物未长硬骨以前，通常会先经过软骨时期，而海里有未生硬骨以前先生软骨的鱼，这些就是远古的动物。但现在的鳐鱼和鲨还没有逾越这个阶段，除了牙齿和鳞甲外，它们没有骨头。在这一点上，鳐鱼是很古老的。在几亿年以前，奥陶纪的岩石里虽已有鱼类的代表，不过直到侏罗纪鸟类出现时，才有很确定的鲨和鳐鱼。

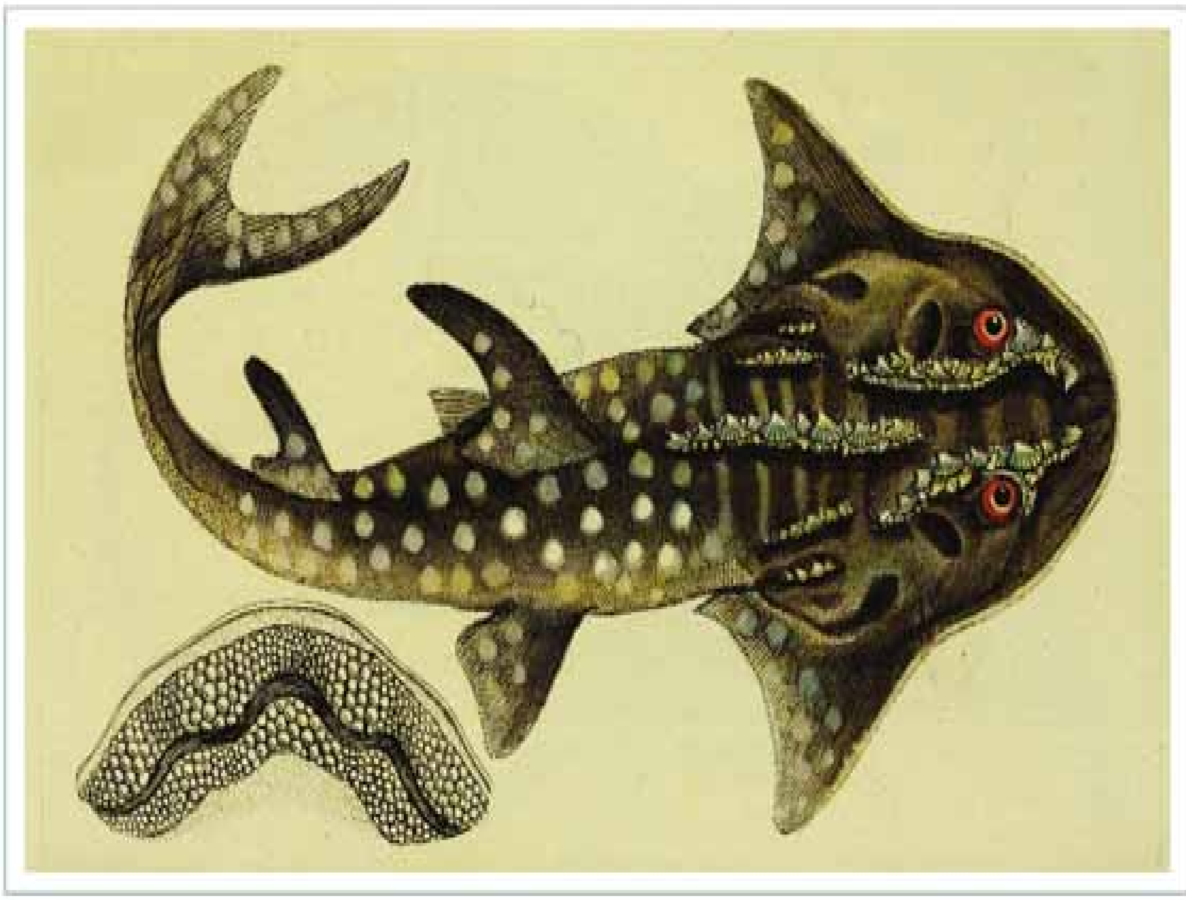
在演化的进程中常会有这样的事发生：活跃的一派和迟钝的一派分道扬镳。鲨和角鲨成为浅层活跃的侵略分子，而鳐鱼和魟则代表了海底比较迟钝的一派。

那时鱼身由上向下摊扁，前鳍伸得极开，现在鳐鱼靠振动胸鳍来游泳。但是鲨只用它们做平衡器，另靠身体后段向旁扫动来游泳。鳐鱼的身体既摊平，嘴就移到腹部侧面去，所以鳐鱼要吞吃软体动物，必须游到它的背上去才行。

鳐鱼的尾不管移行，因而常常变为一种武器就不足为奇。例如黄貂鱼即刺鳐的尾长可达6英尺，尾端还带着一把有锯齿的匕首，有数英寸之长。我们往下会明白这些软骨鳐鱼并不和硬骨平鱼们，像庸鲽、斑鲽、箬鳎等相近——这些平鱼用它们的左侧来休息和游泳。鳐鱼也不像菱形鲽和大菱鲆用右侧贴在水底。鳐鱼和庸鲽的身体卧下时，姿态完全不同；可是两者的两眼都长在上面，这却是动物学里一个有趣的疑问。

真正的鳐鱼出生在比较浅的水里，那里的动物很多。它会长得很大，不算尾巴，有时会超过6英尺长。它用它的尖鳞，即皮齿，来保护自己。这些鳞兼备三种硬组织，很奇怪地结合在一起。它的顶上是珐琅质，基部是骨质，而中心是象牙质或齿质。我们常见的光皮鳐鱼即

仓门鳐鱼长大后，皮上差不多没有刺，但是幼小的时候却很多——幼年动物的形态总倾向于祖先，鳐鱼也是这样。另一个有趣点也是关于演化的：有些种鳐鱼的尾旁带一个小的发电器官——这些好像是正在演化中的结构，还未曾发育到能击倒动物；这些是肌肉纤维和神经梢的变相，就像电鳗和电的强力电池刚发育时那样。



圆犁头鳐

在鳐鱼的眼睛后面，有两个大洞，能容纳人的一个手指插进去，这些称为“呼吸孔”。当呼吸时，水流进去，再由腹部上的口后的五对鳃裂流出。其实这些呼吸孔代表翻向背上的开口的第一对鳃裂。经过一种奇怪的变化，它们到了人体内，就成为欧氏管，来连通耳道和口腔的后部，比较解剖学正因讨论这类转变而脍炙人口。我们观察鳐鱼的呼吸孔，看见一个小的梳形构造，就是正在退化中的鳃的残余物。这是无用的残余器官的好例子，如达尔文所说，像一个字里不发音的字母，或短衣上不扣的纽扣。它虽无用，但可作为一个历史记录。梳形

物的基部藏有一个奇怪的垫，好像能帮助增加红血球，是有用的。孔也是有用的，但鳃本身只算一种进化的遗迹。

鳐鱼的底面有许多扭曲的胶质管，埋藏在皮里外，端开细孔；也有些在背面上，特别是在头上。这些是感觉管，但是我们还不能确定它们到底是主管哪种感觉的：或许使鱼知道水的运动，或许能感觉压力的变化，或许帮助鳐鱼游泳时维持平衡。它们和硬骨鱼的侧线相当，但是在生理学上仍是疑点。在此，我们要注意鳐鱼的脑比无论哪种硬骨鱼都要高等些，主管嗅觉的和控制移行的器官发育得特别好，此外大概还有一点智慧的微光。曾有鳐鱼企图从船后拖着的网里脱逃，这行为比较像聪慧的行为。

“人鱼袋”是个妙称，是指鳐鱼或角鲨的每个卵外所围着的角质壳。这是个四角袋，又因像两个瓦匠用来运重石的抬架手车，所以称为“鲛舁”。鲨的这种袋上，每角拖长成一条卷须。遇到海藻的茎叶或植虫的茎，它会自行缠绕在上面，卵因而得以寄生。鳐鱼的卵袋外没有卷须，只有尖角。卵好像是埋在海底上沉淀物或垃圾堆里，袋的大小视鳐鱼的种族和年岁而定。我们曾见过一个8英寸长的，这当然还不算最大，但是普通的长度约5英寸。

鳐鱼的卵发育得很缓慢，有时需要6个多月，所以更需要一个保护它的卵套。等幼鳐鱼完全成形，又吃完天生带来的卵黄后，卵白里就发生变动。卵一端溶解开，生出一条裂缝，幼鳐鱼从这条缝里出来。但是我们对于这些事，所知还是很少。袋质和我们手指甲里的角素一样。我们也曾看见液态角素抽成许多条黏性的线，胶结在卵外（在一个输卵管腺里）。在海边遗物堆中所见的人鱼袋差不多总有一头张开，这自然表明幼鳐鱼孵化出了。要寻找到一个有幼鳐鱼在内的袋，那需要很大的运气。

第十五章

走到世界尽头都有它们的身影

> 它们的翅薄如细纱永不折收起来，眼大而突出，身披金属光泽的甲，即丁尼生所谓“灿烂的青玉般的钢甲”。

讲到种类多、数目多、分布广，昆虫纲在动物界中应属第一。昆虫的种数比其余动物的种数多得多。动物学家说，我们所知道的昆虫至少已有25万种，并且还有很多未经发现。

一只典型的昆虫，身体分三段——头、胸、腹，头上长有触须、复眼和三对口器，这些口器随昆虫所吃的东西的性质不同而不同。胸部长有三对腿和两对翅。长成后，后段即腹部常常不带节肢的痕迹，但在幼虫期里却常有。全身罩了一层没有生命的角素，成壳状或外皮状。昆虫幼时迅速经过若干时期，这外皮就脱换几次。等到翅长出来，外皮便不再脱换。只有蜉蝣例外。昆虫都靠气管呼吸，把空气带到周身各窍各隅。较高等的昆虫，像蜜蜂、蝴蝶、甲虫和双翅蝇等，一生的历史很复杂，包含幼虫和蛹等时期。

昆虫纲分许多目，有膜翅目、鳞翅目、鞘翅目、双翅目等。

昆虫的社会生活

蜂窝里生气勃勃，终年如此。不过蜜蜂冬天几乎眠息不动，夏季最忙。天暖花香的时候，蜜蜂全力做工，窝外的营营声，就是里头忙碌的证据，而各房的门口满是蜜蜂。

蜜蜂往来不息，一只挨一只飞向园田去搜寻粮食——不是为它自己，而是为了它所隶属的团体。这些户外工作的蜜蜂是最强健的蜜蜂，那些较幼较弱的是家务蜜蜂。工蜂从外采食回来，就有些家务蜜蜂迎接它们，并卸下它们的重担。它们所采得的粮食种类繁多。有些直接带回整袋的蜜，来添入库中；有些带回花粉，从淡黄色的，到深

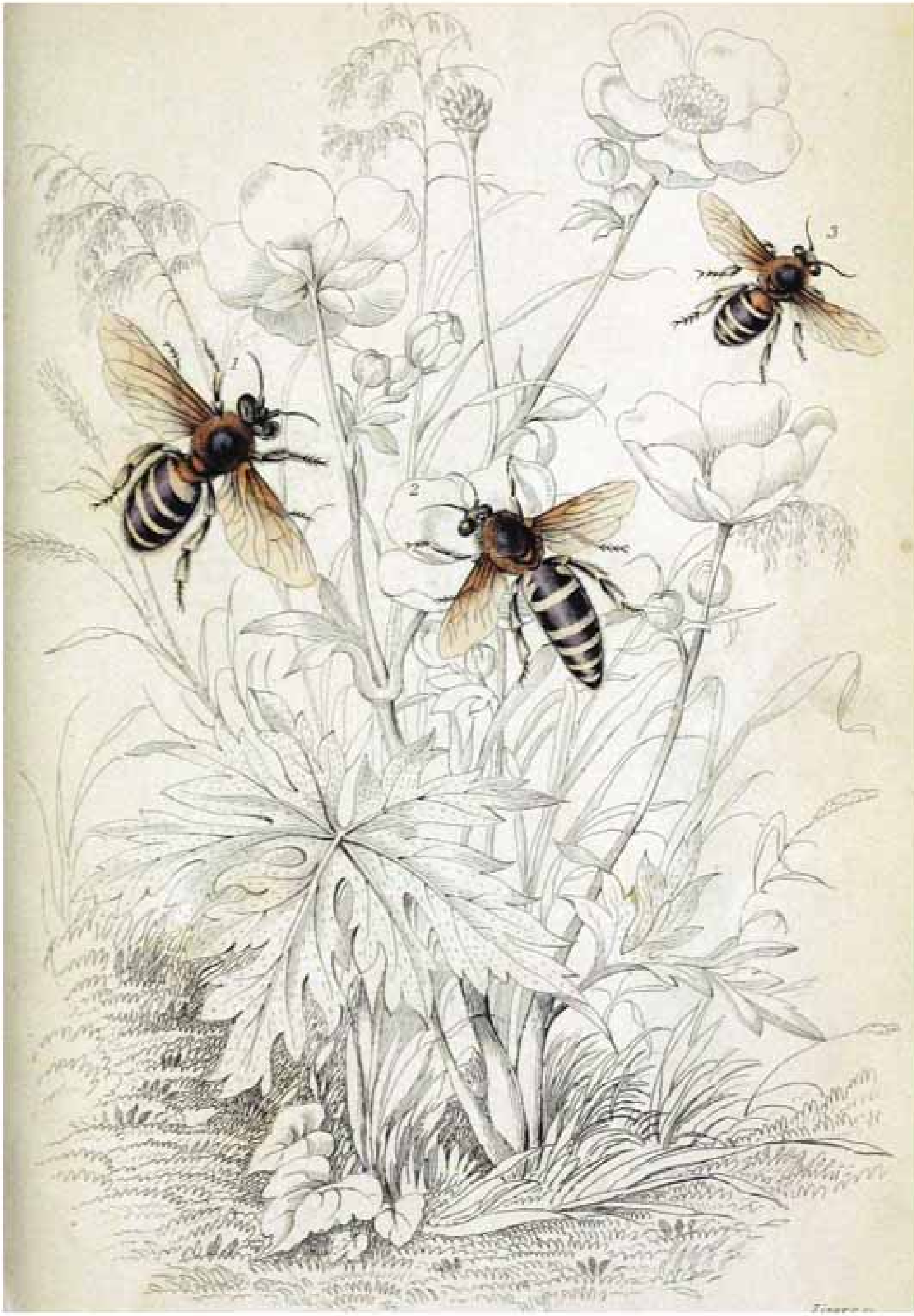
褐色的，都十分齐备，妥妥当当地装满在它们后腿上两个“筐”里；还有些从池中带水回来。

家务蜂处理一切掠得物，贮藏在储库里。如果有工蜂回来，满身的茸毛上披了花粉，家务蜂便替它刷下来，归在一堆。采集和贮藏当然是重要工作。除此之外，还有别的必要工作，可在蜂房门口看见，有废物要向外搬出，像死蜂的尸体等，因为房内必须收拾得极整洁。若有蛞蝓等侵入，太大搬不动，它们就用蜡把它掩盖。又考虑到通风，就有一列一列的蜂站立不动，鼓翅扇风，一直不停，驱出浊空气，而让新鲜空气流入。这样还可以扇干它们的蜜，使它变得浓厚些。一批疲乏了，有另外一批来替换。

蜂窝近处，常见群蜂在日光下飞来飞去，却并不带东西出入。这些是雄蜂，不做工，反倒向工蜂求食，但是它们并非绝对的懒货。房里还有第三种蜜蜂叫蜂后，是工蜂和雄蜂的生母。看看窝内，可见蜂后在那里挨房下卵，一间空房里下一个，这是它唯一的工作。它连续下卵，连续好多周不停，幼蜂也不断地诞生。

内务由别的工蜂分任。有些领引蜂后到各房去产卵，并喂它吃食；有些忙着饲养幼蜂；有些制蜡，或造新房；有些扫除、修补；有些酿蜜，有些贮蜜；有些日夜巡逻，维持秩序。

蜜蜂这样群居有序，恐怕不算是自然现象，因为造房而居的蜜蜂已经是一半驯养的动物了——由人类历经实验配种而造成，并在许多方面都听人指挥。不过初夏时，田野中有这样勃发的生气，的确是很惊人的现象。虽然养蜂的人仍有保持摇铃和敲壶等迷信习惯，可是蜂的群集与人类及人类活动之间的联系，并不因此减少。老法子用门钥匙敲平底锅，来引诱蜂群停集在便利的地方，好由主人收得。若蜂群飞进邻家园里，蜂王也有权跟过去。不过敲金属器做叮当声来召集它们，极难生效。有些昆虫学家不承认受惊的蜜蜂能听声音。


1
2
3

蜜蜂

蜂社入夏最旺盛，又活泼，又勤奋，又和谐，其余时间便各呈各状。入秋最苦恼，空气转冷，花渐稀少，疲乏的蜂离开窝，不再回去，窝里稀疏，外边的蜂会来抢蜜。雄蜂也到了末日，因为工蜂不能再容忍它们白吃不做工，就把它们一个个消灭干净，并不采取屠杀手段，一般多是长期抛弃，也一样可治死它们。

入冬就停工，余下的蜂围着蜂后过冬。并不是真的睡着，只是生活机能降低而已。它们在朦胧中传递预藏的蜜，好令大家果腹，还会轻轻地鼓动许多小翅来取暖。

春花一开，窝里忙起来了。熬过寒冬未死的蜂就开始做春季扫除工作，并修造新房。有些飞出去觅水和食物。蜂后醒了以后，又去挨房产卵。

有些工蜂能过冬，靠它们自己或它们的姊辈在夏天勤劳采得的粮食来生活。所以这种结社多少有些永久性。土蜂和黄蜂便不同了，它们的部落到秋天就分散，只有未来的母蜂过得了冬。它们躲在洞里，等到春暖时再出来，重组新部落。

蜜蜂极善嗅，能嗅出它们的蜂后在不在。我们还知道，它们靠改变“嗡嗡”或“营营”等声，来表示它们的感觉。多亏了弗里希教授仔细的实验，得以意外地发现“蜜蜂语言”，这个故事很奇怪。

蜜蜂寻得花蜜丰富的花，先尽力搬取，带回窝去，稍后便有几个同伙也来到这些花上，随后来来去去地越弄越多，直到花蜜取光为止。这时便没有再多的蜂来采，好像它们知道求过于供是不划算的。

我们看了这些事实，就要问两个问题：蜜蜂怎么能知道什么时候就不该再添工去采某一处的花？先发现蜜的蜂怎么能教其余的蜂知道并寻到那一处去？弗里希曾在蜂身上涂些记号，看它们怎样寻到有蜜和相似的食物的地方，他又观察那些采蜜成功多少不等的蜂，回到窝后有什么事发生，他随后很合理地解答了前两个问题。

一只蜜蜂吸饱了蜜回到窝，就在房上回旋而舞，惹起附近休息的工蜂，它们也照样出去立功。一只蜜蜂若只吸了一点蜜回来，就不

舞，别的工蜂也不会出发。所以这一舞就是报告有很多的蜜！

后出来的蜂怎样找到宝藏的呢？以前的说法以为先发现者率领余蜂前去，据实验而知是不正确的。余蜂自行拥出，奋力探索附近一带，会远到半英里外，它们并非瞎找，它们靠气味做线索。先发现蜜的蜂不但带回花蜜，并带回一种香。它跳舞的时候，邻蜂接触了它，因此感到那一处花的那种特别的香味。这才飞来飞去，找那些花儿。

但是蜜虽多而花无香，它们会怎样呢？那些后出的蜂或许不管花香，它们知道它们的姊妹们并不是从香花上采得蜜，就不向香花里去找。但是另有一说较妥善：蜜蜂身体后段有个可以突出的腺囊，产生一种特别的气息。就是人都嗅得出，蜜蜂更是一遇就认得。当发现蜜花的蜂在那里狂吸时，就伸出它们有气息的器官，散些泄露秘密的气息在花上，不论花香不香，这种气息就替后来的蜂做线索。以上两种线索合起来极有效，和发现者亲自带路一般有效，甚至还要好些。后来的蜂跟随发现者所携有的花香而寻找，还会碰着别丛同种的植物，就可采用这些新的丰富的资源。

花丛受风雨损坏，是常有的。那时来访的蜜蜂就稀疏了。等天气变好，花再次开得繁盛，就有探蜂回报，跳舞以示余蜂。若有曾经到过那边去的工蜂现在休息着，一得此报，不久又会飞向那方。

正在运花蜜回家的工蜂，和正在采集花粉的工蜂，原都一样。不过一只工蜂最后一对腿上的（筐）里盛满香的花粉回来时，发出的通告，更有力些，舞起来也不同。带花蜜回家的工蜂绕小圈跳舞，每半分钟转12～20次，并不循一定的方向。带花粉回家的工蜂舞得更轻捷，先循半圆向右，又循半圆向左。摆的时候，按头前一条直线做轴。摇摆了4～12次，歇一歇。这样极能惹起旁观的工蜂。它们一拥而来，挤着看新闻。

我们再三援引弗里希教授的观察和经验，因为它们改正了以前非常盛行的意见——相信发现新花蜜的蜂率领余蜂前往，同时表现出一种行为上曲折的深邃性。这样分析下来，都令人感到惊异。

土蜂

土蜂有很多可注意的地方。它身上有很多毛，并有很多悦目的色彩。它善于飞翔，它的勤劳使人着迷，它的翅膀振动得极快，听起来很爽适，这和翅下四个气孔放出废气时，鼓动洞口紧膜而发出的“营营”声不同。土蜂不随便刺人，这一点我们希望家蜂也学它们。更有趣的是，它们一年中的经历形形色色，无奇不有。1912年，麦美伦公司出版了斯莱登《土蜂》一书，写得较为完备，为现代博物学杰作之一。现在试着用几句话叙述斯莱登和别人的研究成果。

夏末将近，一只幼年的蜂后被一只雄蜂身上像花一样的香气吸引，于是受了精。它立刻找块干地，或一堆苔藓或密草做产褥，欢快地选择向北的地方，为的是明春太阳不致出得太早从而惊醒它。麻痹无知觉地经过约9个月，然后它才醒过来，飞向柳絮和其他早春的花。有时没有全醒，因为天气再度变冷，它又休息了。一经醒透了，精神恢复了，它就去找个适宜的巢穴，像田鼠的废窟等，垫些草、苔和别的软东西，做成空球状，舒舒服服地躲在里头。曾经听说过有住到人家空房间的被窝里去的。蜂后头几次来回时，仔细认熟那块地的位置，以后回来，可循捷径飞行了。

在这居所的中央，它造个紧紧的腔穴，只有一粒石弹那么大，里面藏一块濡了蜜的花粉。又在腔穴顶上封一层蜡，成为一个圆壁。它就在这豌豆大的穴里产下第一批卵，有6～12个，产好了，盖上一层蜡。它彻夜伏在卵上，昼间大部分也如此。它要省去或减少出外采食的次数，就在内室门口相近处设下一个蜡制的小蜂蜜罐，约黑醋栗那么大。其中时常有新蜜添进去。这一切谨慎设备兼顾了将来和现在。这样好养的后嗣，达尔文最重视，以为物种得以存留下去大部分是靠子嗣成活长大，尤其是每次所产的子嗣不多时。

四天后，卵变成白色蛆状的幼虫，就吃下面垫的花粉糊。它们的母蜂按时注射液态食物给它们吃。全体一起喂，后来分开一个个喂，每喂一趟，它凿穿蜡层一次，并重封一次。卵生下第十一天，幼虫已经长大。它们造成坚韧像纸的茧，挤在一起，空出当中一条缝，然后躺在里头，好伸展肢体来保证它们温暖。卵生后约三周，每一个茧里钻出一只长成的银灰色土蜂。斯莱登说：“刚出来的土蜂腿软无力。一出来先行到蜜罐，慢慢地展开它的长吻，稍蘸一点养命的蜜液。然后，有了力气，回到产褥，再伏在母蜂的温暖的身体下。”过了两三

天，新蜂也像老蜂一样有色彩了，只是没有老蜂大。这是一只工蜂，也是雌的，可不大会变成母蜂。

蜂后此后还继续产卵藏在小室里，附着在初产的茧旁。等它的儿辈增多，并能采回丰富的食物时，它自己便躲在家里，专管育雏等事。工蜂把蜜装在空茧里，也能另造蜜罐。它们也储藏花粉。有几种土蜂将粉藏在空茧里，有几种藏在特制蜡囊里。这里我们看出家蜂的储蓄本能的遥远的迹象。等到蜂房增大，它们向外推蜂房原料，好多容纳一些东西，并加一层蜡幕。工蜂增多起来，它们虽只能活大约一个月，却终生勤劳。较幼的工蜂充当看护，较老的出外采食，连夜里都多少做些事，不是造房，就是修理、扫除、饲养幼蜂或不断地鼓翅通风。

几周之后，蜂后开始产卵，那卵发育成雄蜂和蜂后，未受过精的卵变成雄蜂，晚生而受过精的卵变成蜂后。不过成为工蜂的幼虫虽也从受过精的卵孵出，它所吃的东西大约和成为蜂后的幼虫所吃的有些不同。斯莱登曾看见石蜂窝里工蜂在一段时间里，不停竭力企图毁去含卵的各房，不让那些卵变成雄蜂或后。不过蜂后终会有它的挽救方法。幼雄蜂到会飞时就一去不回。它们在外面徘徊约三四周，寻找异性，并使得野外许多地方都带了香气。蜂后衰老，头秃、力竭之时，不再产许多卵。那时往往有“产卵的工蜂”出来，是产雄蜂的处女母亲。这些雄蜂也像别的雄蜂，显然只有母没有父。

石蜂、大土蜂或小土蜂的窝，拥挤起来，会有两三百只工蜂、大约50只幼后和100只雄蜂。不过盛衰之间大不相同，过了些时候一切都完了。库里的粮食全吃完了，没有增加，短命且过劳的工蜂会先死去。蜂后虽还能支持一些时间，不再产那么多的子女，因此又稍壮些了，却终究也因脑力消耗过度，一眠不起。只有幼后躲在避寒处，依然活得下去，好延续种族。若遇到各种条件都适宜，可活一年之久。

没有多少动物会对土蜂的蜂后发出恐吓声。可是红背伯劳这种鸟的粮库里会有工蜂，穿在棘上，准备下肚。还有大山雀，像《仲夏夜之梦》剧中的波坦一样，喜欢红臀蜂的蜜囊。不过土蜂一生中的弱点，就是在经营巢穴时虽求严密，但当蜂后离家时，山鼠或鼩鼱也许会袭入而吞吃初生的幼蜂。若有蚂蚁侵入，万事全休。蜡螟的幼虫能在几天之内，扑灭一个大蜂窝，连同里头的东西。此外的暴徒还有许多。最有趣的是，外观美丽的土蜂蚜蝇活像野蜂中的工蜂，发声也像

它，并同游那些花丛。雌的在土蜂的窝里下卵。斯莱登观察说：“它们哪怕被敌刺伤到死，仍能下完它们的卵。”幼虫住在房下的渣滓堆里，不像寄生物，却像清道夫，这些状况是生物界中的奇观。

但是土蜂最厉害的死对头，却出在它们的本家之中，就是奇怪的篡蜂，学名叫Psythirus（意思是细语蜂）。从名字可知它的柔声和偷摸行为。有些土蜂和有些篡蜂极相像，非专家不能分辨出来。有一种细语蜂住在石蜂的窝里，另一种和大土蜂在一起，它们只分雌雄，不分工蜂。雌的没有采粉器，它的皮又厚又硬，它的刺比土蜂的要粗，自己觅食很缓拙，会偷偷进入土蜂窝里，刺死它们的蜂后，强迫工蜂替它们采蜜和育雏。斯莱登说，雌的好像和工蜂们交好，但正当的蜂后却变得可怜之至。正当的后和篡位的首领争起来，双方开始还不开仗，等到篡蜂要产子才打起来，土蜂的后受不了，常常未等到开仗分出结果就死了。据斯莱堡说，这种战争的结果是无可逃避的，总是篡蜂战胜。别人观察发现有时双方和解，土蜂忍辱投降，替篡蜂服役。我们有证据证明，篡蜂乃从土蜂种分支演化而成，并且为时并不久远。这样的新变异没有什么可称赞的。可见演化不一定是进步，我们也该进一步说雄篡蜂不参与这场恶斗，却逍遥自在地飞向花草堆里去寻偶。

土蜂一生最可重视的事实就在冬夏生活的差别上。夏天它们真忙，一窝里会多到二三百只。秋天全部死去，或被杀死，只剩些幼后过冬，明春重整旗鼓，再造新家族。

蚁穴

所谓昆虫社会，是每个社会分子分别做工，替全体谋些幸福。试着再以蚁穴举例。蚁巢生活很像蜂房生活，也有三种蚁：蚁后、雄蚁和工蚁。它们各有各的职能，都是蚁社会所不可或缺的成员，它们厉行分工制，每只蚁都得做些工作，遇到必要时，还得牺牲自己的性命来救济全体。

蚁后只管产卵，工蚁负责掠食、治家和保护幼蚁。试着翻起一块平石，常见群蚁四下逃散，各自挟带小粒白色物体。这些小粒就是幼蚁，还在眠息期中，藏在自纺的白色茧里，专司保护的蚁搬它们到安全的地方。就是在原巢内，这些工蚁也常把它们从这间房搬到那间

房，好教它们冷热适中。等幼蚁将要出来成长为成虫时，工蚁就咬破茧，放它们出来。

掠食的蚁在巢穴附近走来走去，走成许多条路，好像网状。它们回穴时，常带有东西。若有一蚁寻获的战利品，像一条虫之类，太大不能独自扛起来，就唤同伴来帮忙。大家用尽方法来对付这件大东西，最终搬进巢去。

蚁群中有各种习俗，其中一条是凡有饿蚁向饱蚁求食，饱蚁必须喂养它。据说饱蚁若不肯吐出一点食物来给饿蚁，别的工蚁竟会起来打死它！

蚁有许多种职业，像营造、掘隧道等。有些蚁栽培植物，并收获它们的种子。有的在特意准备好的苗林上种一种可口的菌，它们极爱吃这种菌。还有一种奇怪的习惯，就是爱豢养活动物做玩物。蚁穴里常常发现别的昆虫，有些是不速之客，为蚁所迁就容纳的，有些分明是受欢迎的。小蟋蟀躲在里头分吃蚁粮。若是向蚁乞食得不到的话，便会偷过来吃。还有小甲虫也常受蚁的恩赐，甲虫们善意地怜爱蚁，蚁也听从它们，同它们分享自己嗉囊里所带的一种甜物质。甲虫们带一种异香，是蚁所嗜好的。有些蚁身上背有小螨虫，给它们东西吃。据我们所知，这些蚁得不到什么报酬，只好算是蚁喜欢它们而喂它们吃罢了！

巢里还有别的小昆虫，不过只是豢养驯熟的家畜，而非玩物。像蔷薇丛中最多的蚜虫分泌一种甜液，是蚁所极其嗜好的，所以蚁爱护并饲养它们，拿触须轻触它们并沾去它们体内渗出的甘液。甚至有些蚁替蚜虫收卵，藏卵，并覆蔽它们的卵过冬，好长时间以后才有甘液吃。有些蚁用土造的小“牛栏”来收容它们，从而便于吸取它们的蜜液，如我们获得牛乳一般。

亚马孙行军蚁没有奴隶便活不了。它好像一种工作都不会做，它不会掘地，不会育儿，甚至不会自行掠食，它只会打仗，它的颚只用来咬杀敌人，没有其他用途。居家时，终日打扫自己的褐色身体，打磨得光亮亮的，再不然就向奴隶索食，奴隶好像情愿帮助它，无时不准备把食物放在它的嘴里。这是何等惬意的生活！可是一上战场，它突然大变，表现得强毅，又猛烈，又骁勇，又精谨。它天生极善于群战，联合进攻时，势如破竹。

动物的建筑成绩

许多动物很善于建筑。有些建成没有人住的房子，又建成围墙来防卫；有些造摇篮，给幼儿睡；有些建仓库，来贮食粮，同一屋宇可以做许多用途；花亭鸟造花亭，供它自己娱乐；有些石蚕的幼虫造就美丽的陷阱，准备捉小的水栖动物；蜘蛛的网也归在建筑的名目之下。

温暖的地方常有白蚁的穴，当作动物建筑的例子最好不过。这种穴能收容一个大家族或大团体，数量达几千只之多。这些昆虫与蜻蜓较近，而与真蚁较远。其实白蚁和真蚁简直一点都不相同，只有结社而居这一点相同。白蚁社会里拥有一对王和后，许多工蚁，很多兵蚁和雌雄两性后备员，以备在位的王和后遭到意外时，由它们来替补。工蚁通常约长半英寸。

白蚁穴多用土和木造成。有时所用的土先经过白蚁的食道。有些土只经过咀嚼，和液体相混合，干了以后，常坚硬如石。有些木材也被咀嚼过，再粘起来。南非洲许多地方，白蚁穴大到像鼹迹纵横的田里的鼹丘一般，往往高1码，可支撑一个人的重量而不崩塌，在荒野的地方还会高出许多。

白蚁中建筑技能最高的要算澳大利亚的罗经蚁，又叫指南蚁。它常建造10英尺高甚至20英尺高的丘，断面是三角形或楔形的。最怪的是这些丘全都指向一个方向，较长的面总向南北，三角形尖顶状的两侧却向东西方向。

蚁所造的巢穴比不上黄蜂所造的悬巢或白蚁所造的大塔。不过降格而论，蚁巢也有些有趣的成绩。蚁巢常由许多颚合力掘成，像个矿井，矿井的口有时为尖顶或穹顶所盖，使地下的住处较温暖些。有一种奇特的印第安巢有个瓶状尖顶，外面环绕6～8个圆形壁垒，最外的直径达几英尺。

地窖像个城市，不只像个家。福勒尔教授在阿尔及尔研究过一个。它有6处孔口，像火山喷口，相隔约3～10码。这些口全有隧道相通，约通到5英尺深处。他估计整座穴的隧道长度可到50～100万码以上。每一个火山口下面通着一个地下库。不过全体连接为一个大巢，

住了一个团体。蚁用颚含了沙粒出来，丢弃它们，或让嘴旁特别的毛夹带它们出来。

许多有地下巢的蚁常躲在干树皮下或干朽的木桩里，它也许用木屑做成走廊和房间，有时它在树上设厩，豢养蚜虫，当它的“奶牛”。到秋天，它常把幼蚜虫搬到地下去过冬，并且替蚜虫照看卵。

有些树蚁凿通很讲究的隧道。先在树皮上开个小门，一条直路穿过液材，并不毁坏那液材，再分出歧路，上下交错。有时凿穿的隧道太多，风一来竟把树给吹断了，木桥的柱或木屋的基也会因此折断。这些钻树的真蚁和白蚁不可混为一谈。

有些蚁用木屑做成纸质的巢，用唾液来加固，有时还添些纤维等。巢里常长出一层绒状的黑霉，是蚁所爱吃的。纸巢大多长6英寸，有时到2英尺。福勒尔说，巴西森林里有极大的蚁巢，垂下像石钟乳。若是披上须缕等，更像林中巨人的长髯。

热带著名的缝叶蚁结成小队拉回树叶，但是长成的蚁并没有当做胶的东西，它到底是怎样缝合或贴合树叶的呢？原来，几只蚁把叶放到近处，别的蚁就利用幼蚁嘴里的黏液，一只工蚁用颚咬住一只幼虫，往树叶上刷，好像我们涂胶水一样，幼虫嘴里吐出黏丝，把叶贴合。这种幼虫是被动地帮助长成的蚁劳作的。这是一个独一无二的例子。蚁的建筑，如上所述，形形色色！

蝴蝶

蝴蝶是最娇嫩的动物之一，它身兼三美——体态窈窕，色彩绚烂，舞动翩跹。长成的蝶一切以恋爱为首要任务，而不大愿意吃东西。它往往是夏季来临的标志。这是花和叶对比的一个形式。有些蝶简直从来不吃，因为当它做毛毛虫时，吃得有些过度，到了成熟时，可以不问食而专一求偶。莎士比亚说：“你的蝴蝶从前是个幼虫。”这个特殊对比不过是整个生物界里，处处表现出的一种轩轾行为中特别明显的一个例子而已。所谓轩轾行为，就是饥和爱，或营养和生殖，双方面的此消彼长。从一方面说，这应该算为己和为它两方面的轩轾行为。

通常把鳞翅目分作蛾和蝶两群，这好像只是为了方便，并不怎么科学。不过大多数蝶的触须端有个结，而蛾很少有；多数蛾有一种特别的蛾毛，用来把后翅的前方到前翅的后缘底下钩住，这是蝶所没有的，但蝶的翅扇动起来，也是同侧两片一起动。常人以为多数蝶白天出来，多数蛾夜间出来，其实这并不怎么可信。

大多数昆虫的上颚极有用——毛毛虫也极依赖它们，但大多数蝶的上颚不容易被分辨出来，间或只剩一些痕迹。但是第二对口器，即下颚的一部分，却异常发达，成为螺旋状的长吻。这个器官构造极其精良，处处都十分合用，但是这对许多蝶好像简直已没有什么用处。大约在古代，未靠毛毛虫时期蓄积养料以供日后消耗成长的蝶也得自行采蜜，以维持生活。所以现今有些蝶几乎不采食，却仍长着很精致的长嘴。即使有些蝶在花间飞翔嬉戏，也并不吞吃什么蜜。肚子早吃饱了，现在只管求偶。我们并不否认长嘴有时的确是个极重要的部分，但是我们要指明对许多蝶来说，吃食是十分不重要的。它求到了偶，做到了父母，全仗儿时吃饱在先。总而言之，它倚仗过去而生活。

这样说蝴蝶太不尽情分了，因为它兼具色彩、形体和运动三方面的无上美丽，一个人不能不相信它让我们欢欢喜喜地窥透生命内部真相，深刻性和胶状体代谢作用的轩轾或消长行为一样。我们替蝶命名时，多么高兴，难道不是因为窥见蝶有潜伏的人格性吗？试看紫帝、红提督、传粉女、孔雀眼、绿贝母、林中女、燕尾、天青等名，多么堂皇，多么香艳！

英国所见的蝶约有66种，其中10种是外来的，像坎伯韦尔美人蝶就无永久立足之地，大约由于不适应气候，再不然就是由于缺乏适合的食料植物。

许多动物，像龙虾等的色彩是由于色质，其他像珠母贝之中并无色质，全由物理的结构所形成，试着敲碎一块，立刻就能明白。至于蝶和蜂雀的绚丽色彩，一半靠色质，一半靠表面雕琢得法。因为表面有了细线和薄层，就增加或者简直可以说转变了色质固有的美观。蝶翅的鳞片上覆有极细的线条，因此产生虹色或晕色。许多蝶是蓝色的，不过它并不带蓝色质，色质的色和物理构造上光波的色合起来，绚烂到极点。我们常幻想蝶是飞行的花朵。

雄蚊听到雌蚊在远处发出的尖声，就能找到它。有些雄蛾嗅到雌蛾所发出的一种异香，竟能跟踪到1英里外去找它。至于蝶，也有带香的，却常由雄蝶发出。据观察，这香是所求的配偶所嗜好的。香从皮腺发出，常经细孔而渗出，或聚在小洼里。有人说看见过有些蝶有极小的可翻转的刷，刷上有极纤细的毛，用来扩散香气，这刷也许在尾端，而香腺在翅上，所以蝶必须先扫它的翅。有些蝶在刷囊里藏着“尘丝”，尘丝很容易断，一断就成细的香粉，四散开去。1923年，牛津出版了埃尔特林厄姆博士写的《蝶类学》，读起来真令人快乐。里面讲道：“这生物实在是个有生气的粉扑。”他劝爱好的人捉一只雄的“绿脉白”（暗脉菜粉蝶）去体验它身上特别的香。这种蝶春天很多，它的香像柠檬马鞭草，即防臭木。不过雄蝶和雌蝶也常有恶臭，大概多数是为御敌而设的。

蝶的感觉极其灵敏，对于许多种环境刺激，都会发生反应。不过它使用感觉接收器，好像是为引起若干种动作，而不是为探听外界消息。唯有高等动物的感官才够得上地位重要，可沟通心的路径。

上文已经叙述过蝶的嗅觉和求婚相关。它的嗅觉机关大概在顶端结状的触须上，触须和飞翔也有关，味觉器官靠近嘴处，“红提督”嗜吃甜物，它的味觉器官生在足部，触觉器官却分布在身上许多重要之处。有些蛾能发出声音，蝶却极少能发声，即使有声——像器具的轻触声——也难以证明别的蝶能够听得出。

所谓蝶的嗅觉等，断不可和人类的嗅觉相提并论。试看视觉器官，就极易明白。蝶眼完全不像人眼，无睑，含有几千个小眼，称眼原子。玳瑁蝶的眼含有5000个小眼，每个都有角膜、水晶体和网膜，自成一个完全的眼。蝶眼极度近视，只能看到1码左右，眼里所形成的像是正立的，不像我们的眼里所成的那样是倒立的。除了造成像外，蝶眼多少还能辨色，可是蝶不像我们这样能看见外界！

许多种蝴蝶的卵极其美丽。蝴蝶在地球上已经生活了约300万年，已然演进成为完美的艺术品了。蝶卵就是蝶的一生中的单细胞形态。不过蝴蝶的谜还多得很。雌蝶产卵多是一个个地产，总会认定一种植物，是它的毛毛虫所能吃的。这是过去的什么余力所致啊？像沉静的蛹重新发育起来，按照新建筑方案，使得入睡时为毛毛虫，而现在醒来成蝶。它们到底靠的是什么方法呢？这绝对是个巨大的谜。

.. . .

萤火虫

有的动物身体上的附属工作可以当作戏剧来看。现在试举夏夜所见的萤火虫放光为例。它是种小甲虫，和萤、美洲萤为近表亲。雌的虽然没有翅，可是发光最多。它约长0.6英寸。而有翅的雄萤火虫不到半英寸。夏夜时雌萤火虫放光，有时它爬到草茎上，向各方发光，大约是要招雄萤火虫来。在河岸旁多苔藓处，有路环绕在一片潮湿的树林外，我们夏夜走过，会看见几十颗“恒星”，那便是雌萤火虫在草堆里。

那些“行星”就是雄萤火虫，却不怎么惹人注目。白天，雌雄都藏伏着，也像许多长足的昆虫，它们为爱情而生活，不像专门为吃而生存。不过幼萤火虫却不然，它的食欲极强，善于攻击小蜗牛。它对付蜗牛，另有专门的方法，好像是趁叮咬时，注射些麻醉性毒剂，把蜗牛的肉变得极软烂，等到吃起来，差不多等于吃液体。萤火虫的幼虫以小蜗牛为主粮，而小蜗牛又专门住在阴湿的地方，所以我们知道到哪里去找长成的萤火虫。

雌萤火虫的发光器在身后两层细胞那里，这些细胞也像昆虫所常有的“脂肪体”，即准备组织，细胞上有气管的细分支经过，这些分支把空气带到昆虫身上各处的深藏组织。在大多数动物那里，血流到空气里去，如在肺里，但在昆虫那里，是空气流到血里去。发光当然和氧化相关，没有疑义。曾有人把萤火虫放在瓶里，加些氧气，它果然发出更强的光。不过要说纯由氧化，又很难以让人信服。迪布瓦教授和哈维教授合作，曾发表一个理论，说是血里有一种酵素叫光酵素，等血流到萤火虫身体后段发光部分的细胞堆里，和细胞里一种叫作光质的发光物质相遇，而发生作用。这理论有强有力的证据，光质受光酵素的作用，起急速的氧化，这是很可能的。

但是另外一说和前一说相反，认为萤火虫体内有发光细菌，像死鱼身上所发现的一样。这对于有些发光动物，恐怕是对的。不过据专家说，萤火虫和萤却不是这样的。动物的光并非由磷而生，这也用不着提了，所以“磷光”这个名词不能用在这里。有一件需要注意的事，就是萤和萤火虫的发光，应算最完善的发光法，因为只有光没有热，这样的冷光不会因虚炽而损耗化学能。我们怀疑这个“炽”字用在萤火虫身上是否妥当。

萤火虫到了冬天变成幼虫状，躲在深深的缝隙里。到了春天便又生机勃勃，外出猎取蜗牛。也像它的近属一般，它的身体形状极像木虱。不过木虱是甲壳动物，原栖于水中，后来迁上陆地。幼虫的光很弱，并且向地而发，所以不容易看见幼虫大的活动，变成蛹也只微微发光。这蛹不像大多数蛹那样安静，它还能在地上移动，这时变化正在进行，但在雌萤火虫一生中，这种变迁是不大能看的。它长足后，仍保留幼虫状——这是动物界的一个特殊事件。

在初夏，有翅的雄虫和无翅的雌虫相配，然后便有受过精的金黄色的卵产在苔藓或湿草堆里。不久，卵发育成幼虫，幼虫四处找蜗牛吃，贮存养料在体内，从而活过冬天。我们想起来，长成的萤火虫产出下一代后，就自行死去。它的卵、幼虫和蛹都微微发光，而英国所产的夜灯虫，只有雌虫能充分地发光。这些事实好像告诉我们说，这种光只是它呆板的例行生活中的一种化学物理的游戏而已，至少在幼年期并无用处。至于长成的雌虫之所以必须具备这种光，大约是因为要发出信号来引动雄虫。萤火虫的许多近属里，雄虫发光较强，且生有较美的眼。意大利的舞萤中，差不多只有雄虫可以看得见，雌虫为数较多，它们坐在草里，射出一道一道的光。每只雌萤都能招来一队雄萤，它会从其中选择优秀者，与之交配。

有人曾见过长大的萤火虫吃植物的碎块和烂块，有时还吃糖。不过多数学者认为长大的萤火虫几乎不吃东西，这个看法大概是对的。至于幼虫却大不相同，它们吃小蜗牛。布尼恩教授和法布尔都同意这种观点，认为幼虫将一种毒液从颚射进蜗牛体内，就会毒昏它们。据哈顿女士说，有种黑液从萤火虫的上齿里一条沟道射出。但是她不承认这液体能麻醉蜗牛。总之，关于萤火虫的谜底还有许多等待发现。可是从以前相传萤火虫是露水化成的，到今天，博物学的确已有相当进步。

蚊子

英国大约有20种蚊子（尖音库蚊），包括花翅蚊在内。花翅蚊在意大利等国传播疟疾，苏格兰有几处从前也有这种蚊子作祟。可以从医院记事录里查出，那里所谓“Ague”就是疟疾的化名。如果有很多患疟疾的人到英国，像一战后就有过，这花翅蚊就能重新在英国肆虐。

我们喜欢谈论英国最常见的蚊子（尖音库蚊），又称灰蚊，或家蚊。它的身材细弱，腿长，翅上无斑。身长约0.2英寸。它的标志是头后第二环上方带红色，后段各部分带黄色。这两种色彩就是这种蚊和它的许多近属的相异处。欧洲蚊爱围着人飞的，只有这一种。

蚊子的嗡嗡声起于两源。比较深沉的声音是由于翅膀快速振动而发，可以快到每分钟好几百次。此外更有比较尖锐的声音——好像只有雌蚊才有——由身体前段呼吸管而发，管口紧张的膜在那里振动。很早就有人证明若用音叉照样发出音来，以引诱一只在附近的雄蚊，雄蚊竟会跟着抖它的蓬松触须。雄蚊能自动调整它的身体，使两只触须受到同样的震动，就能找到那只急得喊叫的雌蚊。如果飞过了头，也能重行调整，仍然回归到正路上。但是至少在若干例子里，雌蚊自动地飞向一群一群争鸣的雄蚊。

蚊子平常的食物是花果的甘液，雄蚊就保留着这种“饮食传统”，只有雌蚊叮咬人畜。雌的家蚊极急切地要饱吸人和兽甚至鸟的血，这也许是后天学来的习惯，可是早已根深蒂固了。普通蚊子产卵前，好像非吸些血来刺激不可。但是反过来讲，已经有人证明吸血并非绝对必需。蚊的利针插进皮肉，吸了血之后，就惹起痒感，其中原因颇为微妙。20年前，绍丁教授考察过这个问题。他发现蚊喉旁有3个小囊相连，里面住了一种作伴的菌，这菌好像帮助甜食物发酵，而产生大量的二氧化碳。当雌蚊叮人时，有些二氧化碳跟着到创口里去，使肌肉难受，而且会阻止血液凝结。还有菌所制成的酵素，也射进一点，就增高了血的压力，使人更感到痒，估计有些菌细胞也随之而入。试着刮破一点皮肤，按只蚊子的食道在上面擦擦，便有像蚊虫叮咬过的症状，所以蚊叮比针刺讨厌。

各种蚊的生活史大不相同，现只论最普通的种类。18世纪初，列文虎克记述得很好，普通雌蚊约到9月底就找荫庇的地方，如地窖等处，预备过冬，冷天里它僵眠不动。雄蚊在秋季最后一次交偶后，全部死去。雌蚊到深秋仍健旺，体内脂肪增加。这脂肪的来历不易明了，也许是水栖幼虫期积存下来的余滓。脂肪慢慢耗去，但雌蚊春暖时醒来，仍然强壮。5月雌蚊产下约200个卵，有点像小口径枪弹。它胶结它们成筏状，既不会沉，又不会翻，而是浮在水洼或桶中积水的面上。过了两三天，幼虫出来，攻破弹子状或雪茄烟状的卵壳的宽大底部上的一面小门而钻出。

幼虫通称孑孓，无腿，好从水面膜层倒垂向下。这是因为它们身体的后段，就是腹部的第八环节上有条气管，靠它就能倒挂。它伸出水膜外面，分展五片瓣，就像五角星那样。这些瓣一收敛，孑孓就直溜而下到水底，不久又猛跳而起。尾端有10簇刚毛，帮着它奋击。又有四个端点小板，其中两个特大。小板内都藏着空气管，好像是为了取氧气而用的，移行的用处少。初夏池沼里孑孓很多，试拿低度显微镜来窥视，就能看到很多奇趣。有一桩最重要的事实，就是孑孓必须挂在水面膜之下才能生存。若在水洼上泼点石蜡或石油，这些孑孓无从悬挂，就会沉溺而死。这当然是预防疟疾的好方法。

普通蚊子的幼虫在水面捕小的生物和有机物颗粒来吃。它摆动有刚毛的口器，把这些东西拂进口内。不像有些别的种类的蚊，它能在非常混浊的水里照样生活。它善于觅食，吃得饱，长得快。长大并脱皮，脱了4次后，一共过了两三周，它变成大头的蛹。蛹和幼虫不同，有2条呼吸管，生在前部，并且不吃东西。它比平常的蛹要活泼些，试触一下，立刻窜入水底。它利用尾端两片拍水器，浮力托它上升。在蛹壳内它就变成了有翅膀的蚊子。等到时机成熟时，外皮沿背部向上裂开，里面藏着的长成的昆虫就向外飞，不让翅膀濡湿。

雌雄在空中交尾，雄蚊一群一群轰鸣飞舞，雌蚊好像被大群吸引，也许被声音诱惑。普通的蚊子一夏可产两三代，每代最多可以产四次。有好问的人总要问这有何用，那有何用，关于蚊子，这个问题很容易回答，即蚊子是许多鸟类重要的食物。蚊和鸟重新合为一体，这是一种胜利。对蚊子一方而言，谁也不会不承认这是公道的。

大蚊

夏末常见许多大蚊，又叫鹤蝇，从棒球场边飞起，遮人眼前，使人玩得不痛快。这种昆虫伸展它的长腿飞来飞去，甚至爬到人脸上，教人琢磨不出它到底在哪里，这不免使人有点惊慌。除了秋天的晚上在割剩的麦梗上跨来跨去的盲蜘外，差不多没有别的动物的腿比身体长出这么多了。

试想一只有翅的昆虫从地下扭出，这是件多么奇怪的事。但是再细看大蚊，确实是从软泥下面紧接处竖立的一个张开宽门的蛹壳里钻出来的。这已接近一段长历史的终点了，我们稍后再谈这段长历史。

话虽如此，我们仍然贪看这一幅图画。其中大蚊从棒球场上蛹壳里爬出，还有一群一群黑头鸥盘旋不舍，要找寻这美味。黑头鸥一见昆虫露面，就赶快飞过去。吃掉的大蚊越多，明年草场就越旺盛。因为贪食的幼虫最伤草根，它不但毁坏球场、牧场，并且毁坏谷类和其他几种农作物的根。它害处这么大，以至于英国有些地方农人单叫它“蛴螬”，好像除了它之外再没有别的多少种幼虫了。

黑头鸥是抢占地盘的好手，如果有一只鸥发现一块肥美地段，如很多大蚊钻出的棒球场，它是不会让别的鸥降临的。若有别的鸥飞下，它立刻发出警告声，驱逐它离开。而后来者也总离开这里另寻去处。

人人都认得长成的会飞的大蚊。它身长1英寸，翅膀极其大，肢体瘦长得好像没有必要。常见的分两种，初夏所见的叫盆蚊，身带灰色，翅膀完全展开为2英寸。7月到9月间所见的叫泽蚊，身红褐色，翅较短。谁也不会把大蚊和蚊混同，因蚊没有这么长的腿，虽然蚊的腿对它本身来说也不算短。大蚊和蚊都是两翅的。仔细观察它们，可以看见翅后有一对颤震的小短棒，棒端像针头。这些所谓“平衡器”只有双翅目和雄的介壳虫才有。它们相当于后翅，执掌哪些感觉官能，现在还没有搞清楚。“平衡器”既是后翅的真正对照部分，我们自然期待在数千种不相同的两翅昆虫里发现些过渡形式，介于翅和平衡器中间，可是还没有找到这样的例子。



大蚊

这些瘦长大蚊从地下挣出，若能躲过鸥和其他饥鸟的眼睛，就爬上草去飞走。雌大蚊遇着略小些的雄大蚊就配合，交媾完了，雄大蚊便会死去。雌大蚊产了卵后，也会死掉。雌大蚊快产卵时，先找一块湿地，再不然就在乱草堆和垃圾堆里产卵。

产卵的时候，它会竖起身体一直向上，用最后也就是最长的腿站在地上，其余两对腿悬起来。尾端有个产卵器，帮它产卵，一颗颗地产在孔或罅里。卵是小椭圆体，黑色，一只雌蚊子可以产卵300粒。

大蚊的长腿究竟有什么用，似乎不容易说明白。它们轻轻一触就会断，断了之后，大蚊也不在意，好像和有腿时一样自在。我们只能见到一点，就是长腿好像利于在丛芥乱草和篱落里挣扎，并利于产卵。

大约经过两周，卵中孵出幼虫，是一种地下的蛆。没有腿，和成虫完全是两个样子，但是能伸缩身体的肌肉，在泥下钻行。它的黑头收缩着，不明显，一直等到强有力的咀嚼用的颚向外伸长。有了这些利器，它会大肆伤毁植物的根。身后秃而且钝，生有6个小疣。圆柱形的身体的末节生有两个呼吸孔，土壤空隙里的空气从此处进呼吸管。这些管通到内部一孔一窍一角一隅。大多数动物呼吸时，血流去接触空气（像在鳃上或肺里）；昆虫呼吸时，空气流到血里去。

大蚊的幼虫在土里扭动，和蚊的幼虫在池里屈折游泳的样子不一样。但双方生活史上的主要特点很相同。大蚊的幼虫也吃食，也长大，也蜕皮，仍然是那必需的老一套，最后变成长腿的幼虫，俗称“皮壳”，大约长1英寸。外皮粗韧（因此得俗名），一点都不好看，特别难弄死，这一点农民是都知道的。夏季的“皮壳”会变成秋天的大蚊。但秋天的“皮壳”蛰伏地中，等到来年春天，才会再发育。若遇有霜，它会钻得深些。

大变化的时期快到时，“皮壳”就在接近地面处竖了起来，变成一个蛹，身上每节生出些刺，头上生出两角。蛹壳里发生异迹，新发育过程重新开始。旧家毁坏，再造新房，方案就和以往不同了，变成有翅膀的大蚊。蛹向上扭出蛹壳，由棘毛帮助，等到一半出土，外皮裂开，有翅膀的大蚊就从里面爬出来了。

要是自然界里没有动物来收拾大蚊，大蚊就成为农民的大灾害了。农夫无论怎样清除杂草，修剪篱落，耙掘田地，压紧土壤，引排积水，甚至用煤气石灰（精制煤气时所用的石灰）和灭蚊药来攻伐，不让它们繁殖，依然不能完全消灭它们。还好，天生有几种动物来收拾它们，使它们不至于成灾。白嘴鸦、欧椋鸟、田凫和鸥都啄食它们的幼虫，而鼹鼠更会咬碎它们的幼虫，另有白嘴鸦、黑头鸥和燕子捕食长成的大蚊，黄蜂也尽一部分的责任，所以我们不要光埋怨它。

蚜虫

如果有喙目里吸食植物汁液的昆虫占据了优胜地位，不出几年，一切生物大概都要灭绝。这些虫中的蚜虫一科，危害很大。蔷薇上、梨树上、豆上、蛇麻上都出蚜虫，常常遍布茎和叶上。它们是一群无翅的昆虫，夏季的时候全是雌的，不需要雄性的配合就能快速地无性繁殖。

关于甘露，有许多有趣的事实。不过我们现在最关心的是：植物少了甘液有多大的损失，昆虫吃了甘液有多大的好处。蚜虫口内有个长吻，长吻内有四根尖针。这个利器用来刺入茎或叶内，有时深入，直到含糖和其他食料的那些组织里去。有些例子里，蚜虫的唾腺分泌一种液体，附在长吻四周，然后变成一条管道，让那刺探和吸收的器具在里头随便活动。我们看昆虫滋生的快慢，就知道它吃得够不够。赫胥黎算过，如果有一只雌蚜虫产下幼蚜虫，全都活着，并照样再生殖，只要到夏末，蚜虫数量就会比中国人口还要多，但是这不可能实现。因为食料有限，生得多也不见得都能活。气候不好，又要逼死许多。还有如瓢虫、美丽的草蜻蜓和山雀等，都爱吃蚜虫。还有一桩趣事就是一种蚁和蚜虫结为伙伴，那些蚁利用蚜虫当它们的“奶牛”。它们保护蚜虫，并采取蚜虫的甜液，像我们捋取牛乳。蚁又搬运蚜虫的冬卵到庇荫处所，好好地照料它们，初夏时还带幼蚜虫到叶上去吃东西。

初秋晴天，空中常有挤挨成团的各种各样的许多小蚜虫，我们看见它们腾空落下，好像喷泉的小水点。它们靠着轻细透明的翅来飞，但还不能一气儿飞很远。有时它们不振翅，看起来好像浮在空中。它们数量特别多，近郊处蚜虫竟会遮暗天空。落在衣服上，就像冬天降

下雪片。最近我们采到些带黑色的标本，照动物学讲，它们也叫“绿蝇”，此外还有各种别名，像植物虱、植物害虫或蚜虫。它们的生命小史是怎样的呢?

蚜虫的典型生命史如下：秋天产下的卵在缝隙里过冬，到了春天，孵化出没有翅膀的雌蚜虫。它们不需要和雄虫交配，就能繁殖。这是法国老博物学家博内所发现的。它们所产的卵不经受精便自己发育。这些单性卵在母体内先发育成小的没有翅膀的雌蚜虫，所以在专门术语上叫作“胎生”。整个夏季里，一代接一代出生，都是没有翅膀的单性的胎生的雌蚜虫。它们专门危害蔷薇、梨、豆、蛇麻等植物。

幼雌蚜虫只需一周左右，就变成产母，代代相传，十分迅速。在代表性的例子里，在夏季有雌无雄。据实验家实验所得，在温室里，单性生殖可继续四年时间。但是雄蚜虫虽然不常生于夏季，有时几代无翅蚜虫中间忽然产出一代有翅蚜虫。它们能迁移到别的植物上去。我们偶然看见有翅蚁飞行。若是两性的蚁都外出求偶，通常雌蚁总遇得着雄蚁，不过蚜虫并非如此。成团的小飞虫好像只有雌虫，虽然雄蚜虫到秋天出现，并常带翅，也许加入迁移行列中，我们需要认清。秋天受过精的雌蚜虫，就是产卵到明春孵出幼虫的那些雌蚜虫，是不带翅的，而它们的配偶也总是这样。

要把这件事说得十分清晰明确，很不容易，因为变异经常会发生。不过上述梗概是可靠的——卵受了精，到春天孵化，整个夏季里，胎生的单性生殖的无翅雌蚜虫一代传一代，传了许多代，能迁移的有翅雌蚜虫也是胎生的，单性生殖的；有翅和无翅雄蚜虫授精给无翅雌蚜虫；它们再产卵，如此周而复始。迁移之后，常有雄蚜虫和能交媾的雌蚜虫生出来。

蚜虫非常贪食，若不受抑制，简直会很快就吃完一切植物。像葡萄根瘤蚜就常侵害欧洲的葡萄园。它们吃许多种我们所爱的植物，常常会吃得狼藉不堪。产下的幼虫和流出的甘液，都会沾在上面，十分可恶。除了透明的翅膀外，没有其他讨人喜欢的地方。它们显然是我们的死敌，不过我们也不能不承认它们还有自己值得称道的地方，想想它们吸了植物液后，怎样快速生出新蚜虫，世代相传，如此神速。不靠雄性，雌性自己就能生殖繁衍，无性胎生和有性卵生相辅相成。无论面临多么严峻的淘汰，都能持续下去。一只顷刻化出千万只，一小堆不久扩大为一大群。

以上所述，不过是园林中飞舞的蚜虫，是对人类和生物学的关系的一瞥而已。除了我们人类紧紧地注视它们外，还有别的眼睛在那里监视它们，有大自然筛分并淘汰它们。说到这里，又不得不称赞自然界生态均衡的神妙了。假若没有这生态均衡的法则，蚜虫早就扑灭一切其他生物了！

蚁狮小史

蚁狮是一种普通的昆虫，却优秀得几乎不可置信。它不是英国独产，有几种在欧洲各地很多，巴黎附近常有。18世纪初，列文虎克就在巴黎研究它的奇特习性。长成的蚁狮有些像娇嫩的蜻蜓。它在夜里才出来，所以没有多少人认识它，只有幼虫成为许多人的研究资料。近年研究做得最精细是弗赖堡的陀夫来因教授。

我们这里所说的蚁狮是指它们的幼虫。它们多栖在干燥多阳光的松土荒地，接近森林或矮丛，以便猎食蚂蚁。长成了约有半英寸长，后身拱起，有点像盾；头容易动，颚强劲有力，有点像剪枝用的钩。大部分色彩是淡黄，时常有沙粒附着，把身子遮住。身上各处的许多刚毛是暗褐色或黑色的。背上有一道宽纹，带红色，此外全身都有色素点。

蚁狮刚出卵就具有成虫的雏形。但对蚁而论，它生下来就习惯于应付它们。幼蚁狮只有0.08英寸长，但是已经可以掘地。它掘出漏斗状的坑，自己安坐坑底，只露出颚来，专等比自己还大的蚁来堕入陷阱！在适当的地方，如沙坑等，漏斗坑多到上百，大小不等，大到直径4英寸。若是漏斗坑用着合适，蚁狮会连占几个月。所需要的条件是土壤不湿，不太硬，有阳光而没有风，邻近多蚁和别的小昆虫。

我们尽管喜欢用选择等字样，但经过长期的实验，我们知道蚁狮是不能自行选择适宜地点的。它们循着螺旋路线而行，后端总是向前，喜欢温暖和阳光，不喜欢潮湿，迟早能找到一个满意的地点。也像有些别的动物，它们总在自动地调整自己的身体（活像身内藏有回转仪），所以对环境的刺激一样地接受。在暗处，或均匀散开的光里，它们不动，等到有明暗不匀时，它们受了刺激，就不得不迁移。不过光和热的散布有时各方都不均，至少在实验制约下如此，那么它们也只能迁就。陀夫来因教授说他在实验室里实验了许多年，从来未

曾失落过一只蚁狮，因为要是有一只走开，他总能知道它往哪里去。蚁狮总向后退，真够奇怪，无论怎样试它，从无例外。这大约是因为它是个钻洞大家，钻起来总是尾先进去。

幼虫找着适宜地点，就循着圆圈向后退，用它后身末端的一个圆锥来刨土。它从圆圈的内侧掘出碎土屑，移到头顶上，土屑像爆炸一样飞出外面。它前身有一节生得真好看，掷起土屑来真便利。另外身上刚毛排列得正好，差不多全指向前，也帮助它掷土，腿稍微帮助掘洞，但大部分工作由身体后段来做。

蚁狮继续循圆圈掘土，并掷出碎屑，直到漏斗够深为止。它就埋下自己的下段，只露出颚来，它的脸总是背着光，如果有蚂蚁跌入陷阱，它立刻闭合上下颚来咬住，或许还射些毒液。上颚的下侧沿生一条槽，另有一部分口器在槽里前后移动，帮着吸入被围困的蚁的汁。这个槽导入口腔，因为口腔差不多是被压紧的。食道的前端极多肌肉，充当吸筒之用。等蚁狮吮干蚁体内的液，就抛出它的尸壳。蚁狮幼虫吃东西时的习惯有很多奇异之处，如胃不能再向外通，凡是未消化的糟粕必须从口排出。

除了掘陷阱和抛掷干蚁壳外，还有第三件事也需用抛掷工作。当一只蚁已经滑下斜坡一半，并企图立稳脚步时，蚁狮就用沙攻击它，差不多总能将这挣扎的蚁打到漏斗的底，然后捕获它。乍看起来，这种攻击好像是千斟万酌的。但是陀夫来因教授另有解释，他的解释肯定正确。试仔细观察，就可以看见蚁狮掷土时，是向漏斗四周掷，并非瞄准蚁。其实只是滑下去的沙粒触动了它身上善感的刚毛，而牵动了那负责抛掷工作的器官，它就照例重做一次而已。事实大概是这样的：蚁狮本是低智力的昆虫，不过拥有许多天赋的现成的诡技。它的脑很不中用，但它从先天带来几种很完备的能力。这些能力一开始就表现突出。这些作用就仿佛我们吞咽、咳嗽、喷嚏或手触热物而缩回等，叫作“反射作用”。蚁狮从头顶上抛出沙时，对于它来说容易得就像眨眼睛，用不着学的。这个动物是一部小型的自动机器，专精于做不多的几种工作，做得又特别好。不过虽然蚁狮不用智力去捕蚁，我们却不能因此就断定在以前数万年里，蚁狮逐渐完善这些天生技巧时，不会用到智力。

. . . .

蜻蜓

1883年，法国昆虫学家阿曼斯就提出蜻蜓可以供人参照仿造电力飞机。后来法国首先制成的单叶飞机中有一种就叫“豆娘”，是借用一种蜻蜓的名称。我们看见大蜻蜓掠水而飞，就不禁想到飞机。1917年，剑桥出版提尔亚德所著《蜻蜓生物学》一书，他说：“我们研究角形的和圆形的后翼对于飞行上的各种效应，再研究蜻蜓翅上各部分所提示的撑柱和横条的安置法，非常有希望改良我们的飞机形式。也许还能解决翱翔的最简易办法，比一切现在有的方法都省事些。”从1917年后，果然接二连三有人改良了许多地方。但是我们知道蜻蜓鼓翅拍击空气快到几乎难以置信，而飞机的翼并不拍击空气。

我们看见蜻蜓掠池面而过，或顺水面往来而飞，或环绕它们诞生的湖沼旁的湿地而飞，就想起丁尼生的诗句：“一道活的闪光！”它们的翅薄如细纱永不折收起来，眼大而突出，身披金属光泽的甲，即丁尼生所谓“灿烂的青玉般的钢甲”。身体后段又细又长，飞起来快得令人眼花缭乱，而且还飞得特别稳。在人旁边绕飞时，忽隐忽现，让人无从捉摸。因为这种种特点，它们特别引人注目，也特别赏心悦目。不过它们的俗名之一“鬼针”却不怎么受人欢迎；它们又有一个俗名叫“刺马虫”，其实它们并不刺别的动物。若从人类一方面看来，蜻蜓差不多只有益没有害，因为它们剿捕蝇蚊和别的昆虫。有时捉得一只，它嘴里塞满了蚊，简直闭不上嘴。“至少有一百只，全挤压成一黑团。”有人提议养些蜻蜓，来捕食园庭里池沼里的蚊。蜻蜓幼虫和成虫都爱吃蚊，这样可以防止蚊患。布里斯班植物园里已养熟一种鲜红色的蜻蜓，给园中优美的环境增色不少。

蜻蜓的飞翔一定极近尽善尽美的境地。有时节节突进，像闪电般分段而来；有时按均匀的速度掠近水面；有时再三曲折，而绕升到高空；有时只随便飘扬“在多露的农田和牧场之上”。许多飞行肌肉和翼基之间相连得非常奇特，飞行速度可高达每小时60英里。两对翼振动起来，各自为政，却能互相协调。蜻蜓能退飞一小段距离，像黄蜂。蜻蜓不常远离自己的常住地点，但有些善于迁徙的蜻蜓竟会飞到几百英里外。澳大利亚有一种蜻蜓叫Hemicoduliatau，曾飞越200英里宽的海峡，而到塔斯马尼亚岛上，近来已占据该岛作为繁殖之地了。因为它们的飞行技术非常完美，所以养成边飞边捕食的习惯。还有它们的头非常爱动，眼力极强，也都能相助，这两点让我们想起了鸟。至于嗅

觉，好像几乎没有，听觉大约改由平衡觉代替。味觉和触觉也像许多别的昆虫那样。独有视觉，大约算无脊椎动物中最敏锐的了。每只复眼里所含小眼、水晶体等其他眼原子，多到10000～28000个。蜻蜓能看见10～20码以外的东西，别的昆虫只到2码远。“试捉一只蜻蜓在手里，看它的眼发出何等美丽的光。常带半金属状的缘或蓝色，有时红、褐或灰，这是由眼内反射出来的光而成，叫作‘内光’。”

蜻蜓的脑非常发达，并且还聪明得够用。一只大蜻蜓偶尔掉了头，还能扇翼，甚至用腿爬上帷幔，这样两三天之久。这是因为腹下神经索的神经中心（或神经结）有特别的独立能力而并不与智力问题相干。如果把大蜻蜓最后几节身体剪下来，放在头前，它会吃得好像津津有味，同样和智力不相干。如果想说蜻蜓知道自己在吃什么，这便是大大地看错它们了！

讲到身上的色彩，蜻蜓堪称昆虫中的魁首。不过如果拿翅上的色彩来论，它们要输给蝴蝶。蜻蜓的皮和外皮里积存着许多色质小颗粒，各色俱备。有时色质渗到外表上，像熟果上的霜那样，这是蜻蜓即将长成时的现象。干涉色，像肥皂泡上所见，在蜻蜓身上极普通，再和色质色杂在一起，常形成异常绚丽的结果，绿、蓝、堇、紫、红、橙、黄和其他色彩都丰满，好像暗示说蜻蜓用不着拍自己的广告。有些幼虫显然能慢慢变色，和环境协调。

关于蜻蜓的绰号，英国人叫“飞龙”，别的地方的人有的叫“少女”，有的叫“水仙”等，因为各地人们的见地而有区别，这些都是因为蜻蜓绚丽婀娜而起的。不过除蜻蜓亚科外，雌的不交配不产卵时，极难得飞掠水面。所谓的“少女”反而多是雄的，雌的躲在草丛里。它们求偶时，雄的在中意的雌的面前空中飞舞，炫出它们的几种特长。有一种蜻蜓，雄的摆动一对白丝带，来吸引雌的注意。两性未契合前，会先举行一种“双人舞”。

它们也能产卵在鸢尾、苇上，或在杞柳的茎上剜出的小孔里，或在湿地石上的苔根里，或在水中沉没的枝上，缠成一条条坚致胶性的绳。但大多数的雌蜻蜓飞掠静水或流水上，频频点水，同时就从身体的后梢放出一团一团的卵，卵里外有胶质。胶质溶解在水里，卵就分散到河底或池底上。从卵壳里钻出一只先期幼虫，头几秒或几分钟长得极快。后来脱了外皮，变成一只曲折扭动自由游泳的幼虫，已经具备基本条件，可以出来谋食了。幼虫住在水中约一年，但有时长达五

年。幼虫异常贪食，从原生动物以上的小动物，无所不吃，甚至连蝌蚪都要侵犯。提尔亚德曾经饿一只幼虫一周之久，然后给它蚊的幼虫吃，10分钟内，它竟然吃了60只。过后再拿东西引诱它，却诱不动了。蜻蜓幼虫吃同类的肉，有时偷偷捕食很近的同族，必须得到才能甘心。

幼虫有个最值得注意的特征，就是有个能伸出的捕食用的“面具”，它因为遮掩别的口器，甚至全脸而得名。这假面含有第三对口器，固着在一段有节的空梗的一端上。若有动物到近处，幼虫突然射出这假面，上面两只利钩自行钩牢那动物。等被捕的动物挣扎得不大厉害了，幼虫收回假面，仍旧停放它在口旁，就用第一对口器来咀嚼。

水栖幼虫的呼吸作用也很有趣。水由食管末端流出流进，这食管末端常带一个很好看的“鳃篮”。水喷出时，幼虫被推向前，故呼吸和移行两种动作相辅发生。许多幼虫生有线状的或板状的气管鳃，像蜉蝣那样。水里的空气经由分枝的气管或空气管，达到全身每一隅每一隙，这些气管为一切昆虫所共有的特征。不过这些管的气孔在长成的蜻蜓身上张开得很宽，而在幼虫身上却闭合或只微张，假使幼虫的气管孔大张，幼虫便要溺死。

在这长时间的幼虫生活期中发生许多变化：眼里的小眼加多；单眼发生；触须的节数加多；翅也初现；胸部随长随变。每过些时候，全身脱去一层外皮，共脱11～15次。它不只脱落身体外皮，还放弃空气管的衬里和食道最前最后两段的衬里。

幼虫体内起了很长久的变化，向着成年蜻蜓的构造而去，然后有大变态发生。幼虫丧失精神和食欲，改换色彩，现出紧张肿胀。它显然觉得不舒服，爬出水外，牢牢地附着在一根茎苇或别的支持物上，驼起背来，让外皮顺着脊部中线裂开，探出头和胸在外，得以自由。再拔出腿和翅来，倒挂向下，而肢体就变硬。自己摇摆，仍旧向上跳跃，再附着在支持物上，将尾抽出壳外。又鼓血进到干瘪的囊状翅里，使翅展开。翅里有了血就呈现美丽的晕光，等几小时或几天后，翅干了才褪去。这变态发生时总在清晨或邻近清晨。

蜻蜓的世系一定长得很完美。在上石炭纪里已有许多很完美的代表，包括极壮丽的Megancura monyi，展翅约有27英寸宽，远超现存任何大昆虫。这个远古时代当然离蜻蜓历史的起源还很远。可是蜻蜓

所隶属的一目从那时占据一个奇特孤立的地位，并无亲近的族类。蜻蜓飞翔力极弱，眼力极敏锐，能看得极远。吃肉成习。停下来时，不惹人和动物注目。蜻蜓还有别的特性，有很强的生命力，并且能长久生活下去。

蜻蜓分400多属，约得2500种，散布在全球，足以证明它的成功！不过它也有天敌，翠鸟最善于捕捉蜻蜓，蜘蛛也捕捉它，蜥蜴和蛇突然咬住它，澳大利亚大毛毡苔吃得更多。水栖幼虫还被它的近亲吞吃。一种叫榜娘的水栖甲虫的幼虫和鳟也吃它。

英国产的小膜翅目昆虫有一种叫穗蜻蜓，能在水里鼓翅而游，并在睡莲叶上蜻蜓所置的卵里，产它自己的卵。它的幼虫从蜻蜓卵孵出，几天内把蜻蜓卵吃掉。提尔亚德的《蜻蜓生物学》对我们有帮助，他的书里说长成的蜻蜓最怕鳟。我们从这里窥出生命网络的线索。自从英国人运英国产的鳟到塔斯马尼亚去繁殖后，竟导致岛上蜻蜓科少得不能再少。提尔亚德在麦夸里河里钓得一尾鳟鱼，重两磅，胃里还存着食而未化的蜻蜓头35个。但是蜻蜓一少，甲壳虫等有害动物又要增多。

蜉蝣

夏天河里的石头上或草丛间，常常会见到许多扭曲的扁的小动物。三对腿，尾梢上有两三根细长毛。长条身体的后段有两排小板片，就是呼吸器即气管鳃，这些小动物中有些便是幼蜉蝣。不过我们看见它，并不容易想起在5月底6月初静水里成团而起的纤弱长成的昆虫和它有什么相干。它又叫“一日虫”，即蜉蝣科，因为生了翅后活得极短，甚至不满一天。据有人观察，它在空中只飞行一个小时，就死了！不过这是指有翅的成虫而言。不要误认蜉蝣的一生只有这么短，许多蜉蝣在水里活两三年之久才长成，所以也不算特别短命。

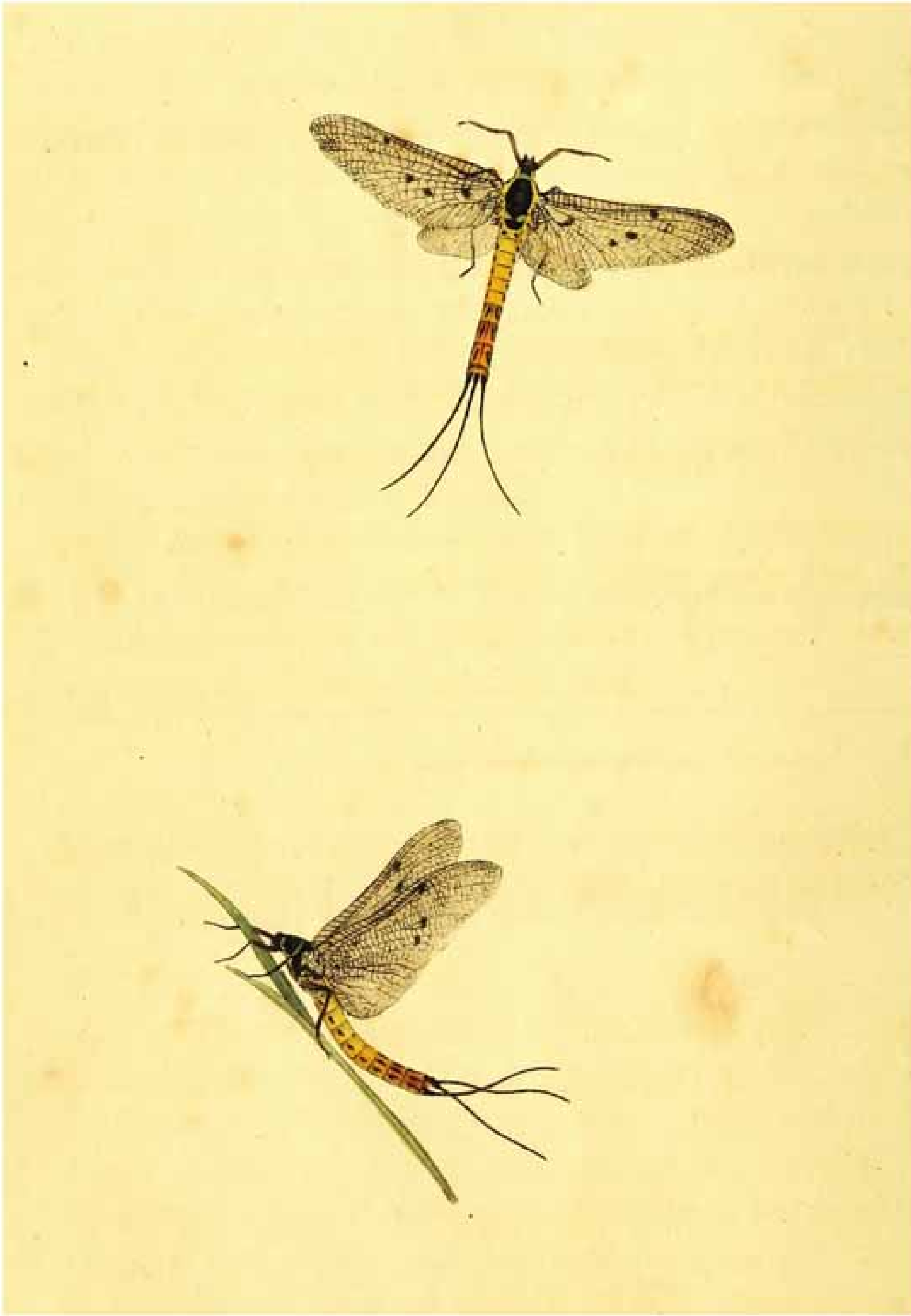
从这里我们得到一个有用的生物学观念——各种动物的一生，各时期所占的时间长短各不相同。有些幼年期很短，壮年期很长，而死期很促；有些壮年期很短，而衰老期很长。人类的境况也是如此。蜉蝣在水下度过极长的幼年期，长成生了翅后，在空气中度过极短的壮年期，便骤然死去。

蜉蝣幼虫身体的许多方面都比较适应它的生活条件。在所谓“腹部”的前七节里，有几节或全部的背上，有娇嫩的气管鳃，用来吸取水里的氧。尾端长丝也可帮助这种呼吸。总之，氧渗进内部气管，跟着气管分达周身各处。气管鳃有时被一层盖盖着，或由旁边的刚毛互相纠结，来做保护，不让细泥污塞。有些动得快的幼虫的身体带流线型，就像鱼等许多水栖动物那样。幼虫有了这样的身材，游起来少受阻力，逆流而停时，也可减少水的冲击。许多种还有攫拿用的钩，长在腿上，准备把持在石上。而且身体的扁平程度和水流速度相当。只有极扁平的蜉蝣幼虫才能活在湍急的河流里。有一种蜉蝣叫Rithrogenia，住在急湍里，专做几乎不可能的事，像动物常常做的。它的气管腮是扁平并向旁伸展的，贴在石头上，呈卵形的大吸盘状，很像帽贝。某位大博物学家常说：我们随便戳穿有机的自然界的某个地方，便看见好像生命带有目的似的。换句话说：一切生物全是各种适应性的结合。不过适应程度自有高低，像山间奔湍里的蜉蝣幼虫的吸着办法，就是最好的例子。试看美洲有种普通的蜉蝣，叫六颌蜉蝣，钻在河湖的水底。它的习性和前种怎样不同？它的前腿平展成铲状，颚伸向外，呈极大的獠牙状。它交互用这两件工具，一掘一铲，就开出隧道，好比一种水下的鼹鼠！

许多种昆虫的水栖幼虫专靠吃水里浮游的极细小生物存活，它们的捕食方法各有奥妙。有些种昆虫的水栖幼虫有急振的扇子，搅动口旁的水，使水成为旋涡，从中吸取细微食物。有些蛴螬用丝制成精妙的小网，捞取小生物而食。“产婆蜉蝣”的幼虫游泳几乎有鱼那么快。它用中足和后足紧贴在石上，“伸出前足，展开成对的缘边的长毛，像个筐子，来接受水中送来的食物”。许多别的种类蜉蝣幼虫却很平常地吃石面上附着的微生植物。还有的攀缘水中植物的茎而上升，一边爬一边吃。它们大多数吃素，或吃腐烂的植物和动物体上的碎屑。

幼虫住在水里几周、几月或几年，接二连三地脱皮（前面已讲过，算是为生长而纳的税）。然后经过一场大变化，浮到水面，从破裂的壳里很快地扭了出来，用已经长好的翅就此飞去。卢波克爵士论述过这变态的迅疾：“壳从开始到分裂，不到10秒钟，长成的蜉蝣已飞去。”要是能凑巧寻得一只刚刚离开水上漂浮着的幼虫壳而开始试飞的蜉蝣，将它放在衣袖上，仔细观察它，便可见它身外还有一层皮，它挣扎着要拆去这层皮，好像急不可待。等它抛弃这层灰色薄外皮，才算真正长成。昆虫学家把这最后一次蜕皮前的静止叫作“垂成静止期”。

小蜉蝣的垂成静止期短得只有几分钟，较大的会延长一两天之久。不论快慢，结局总是一样——揭开序幕，引出一个外表光泽、色彩美丽、姿态婀娜的有翅昆虫。它努力挣脱后，就伏在我们的袖子上发抖。它是种眼大脆弱的动物；它的前腿向前伸，前翅成扇状，向上举起；后翅不显露，尾梢带两三根长丝；有小触须，偶剩口器的残迹。它此刻已经不需吃东西了，而是要急着飞去舞动求偶了。



一大群蜉蝣常同时或差不多同时出水，就停在草丛上，准备经过最后一次的蜕皮。“它们多起来能压弯河旁的柳枝。”有些老博物学家将末次所脱的皮称为“鬼壳”。蜉蝣到晚上就脱去“鬼壳”飞升到空中，为数极多，竟像一团活动的黑雾。动物界中的奇观很少有比这再奇的了！尼达姆和劳埃德两位教授合著的《内陆水栖生物》里讲：“长成的雄蜉蝣成群结队而飞，每种自有它惯有的动作行为，雌蜉蝣飞起来迎接它们。”吃东西的日子已过了，现在轮到求爱的日子了。伊顿牧师写过一本专论蜉蝣的书。他描写几种较显著的蜉蝣的行为，特别是关于雄的。它振动翅膀，上下跳动。“几乎直上直下。先拍打着翅，而急速上升。随后让自己轻轻落下，如此继续多少次，成一种舞蹈状的运动。”当一大群蜉蝣这样在平静的河流上飞起降落，无数的翅扇动着，同一阵云一样，真是美观。它们互相追逐搂抱，忽而又分散，就在飞行中交媾。等有些蜉蝣触到水面，水面就起涟漪小涡，同时卵也产好了，看起来好像随便下的。等一夜过去它们也许跟着死了，因为它们传了种，自己就得死去。有一种在空中活一小时就死，许多种到傍晚就死。有些种如果日间能好好休息，也能活几天。不过无论如何，它们飞舞求偶后，结果总是一死。只要卵下到河里，沉到底下，蜉蝣的种族的将来就安全了。

我们切莫认为蜉蝣自己有它的独特的生命史布局。因为我们已经知道，小时候专吃东西的蜉蝣，和后来长成的蜉蝣，是截然不同的。毛毛虫和蝴蝶间也是这样。不过蜉蝣在水里吃东西且生长的幼年期竟然长达几年之久，而在空中交配产子的壮年期竟会缩短到几小时。这真是奇怪，至于传了种，立即死去，更是触目惊心。诗人歌德说：“自然从恋爱的杯里留两口酒，当作一生辛劳的公平报酬。”这真的是太确切了。

最后，让我们考察一下蜉蝣对自然界有什么贡献。它幼时会替它所最倚赖为生的微生植物与爱吃幼蜉蝣的许多肉食水栖动物如鳟等，做双方的“中间人”。它可作为淡水鱼的大宗食料，这一点尤为重要，因为有许多种幼蜉蝣的身体颇大，一年到头又都活着。

尼达姆和劳埃德两位教授给我们很多关于蜉蝣的知识。他们特举一种叫Calliboetis的为例：“这是一种很活泼的幼虫，依靠尾部和鳃的急拍游来游去。它在岸边植物上乱爬，极善于躲避别的动物。它身上

又带有保护色彩。它以许多种植物为食，不论死活。所以只要在多杂草的池里，就不会饿死。不过池里的肉食动物能捉它的，都近来吃它。许多动物赶得上它，许多埋伏着捕捉它，都成为它的大敌。所以旧池塘里尽管差不多总有它，却总不会十分多。”假若这一种很受人注意的蜉蝣没有这么多的天敌，就太容易繁殖，以致累及其他的生物了。蜉蝣的生命循环只占6周，每只雌蜉蝣足可产1000只卵。过了6周，1000颗卵便已孵成1000只有翅成虫，约500只雄的，500只雌的。每一只雌蜉蝣又可产1000颗卵，就有50万只，全部属于原先一对蜉蝣的后裔。理论上传至第五代，应该有1250亿个玄孙。但在事实上，一定没有这么多。因为天敌四下杀害它们。不过我们想到一个办法，试用人工开掘一座池，放很多食物在池里，然后灭除蜉蝣的天敌，来保护蜉蝣。如此应该能养出极多幼蜉蝣，然后倒到河里去饲养有用的鱼。我们散布蜉蝣在水里，过了许多天，一定可以看见一些鳟，也可以算是它们所变成！

螳螂

螳螂大概是最怪诞的昆虫。不但外表显露出虔诚的态度，这很可怪，它还要在身旁和肢旁膨胀出来成为叶状部分。它又拥有犀利多齿的钳来攫食。它动起来偷偷摸摸的，吃起来非常残暴狼藉。雌螳螂见到什么东西就吃什么东西，不问能不能吃。法布尔描写它很妙，不过我们不必重新举他所记的螳螂的凶残事迹，只要说一句螳螂自相残食就够了。欧洲产著名的祈祷螳螂，尤其残忍，雌螳螂竟吞吃自己的配偶。

可是螳螂的外表非常和善，半竖半斜地站着，静悄悄地垂头敛臂。因为前腿太大，所以站起来半作竖直状，并不知不觉地呈出恭敬祈祷的姿态，俨然一个伪君子。有人叫螳螂为“预言家”。相传经常有迷路的小孩遇见的螳螂慨然指示了他路径，然后他才得以回家。其实螳螂长期在那里寻觅食物，等到对准了可食的昆虫，就伸开长臂，将一个有齿的部分合在另一个有齿的部分上，这件工具像剪高枝用的一种器具，就是一片利刃，一端贯在枢上，接在长竿的一端，用绳一牵，就可剪断树枝。螳螂举起它有齿的腿到口旁，用上颚咬下一块食物再放开腿去，看看那食物，才咬第二口。很像小学生吃苹果，吃一口看一看，看它逐渐缩小。

但是螳螂常常吃到一半便不吃了，又去捕别的东西。也像较高等的肉食动物如白鼬等，吃东西极浪费，不吃也要咬死。大约它看见食物就会起杀心，不能自遏。我们也许早就该说螳螂隶于直翅目，和蟑螂、蟋蟀等同目，却变成专门的肉食者。至于叶形虫和杖枝虫，虽和螳螂相近，却绝对吃素。

多数螳螂运动得很慢，并不善于飞翔，所以为生存起见，就不得不和环境取同一形态色彩。试看那些住在叶堆、地衣或花朵里的螳螂，就显然可知。那些住在沙漠地方的，披上褐色袍，一样能遮掩它，不大显露。普通螳螂分绿、褐两种。意大利博物学家查斯诺拉经过观察，证实了保护色的效用。他用丝线系20只绿螳螂在绿草里，又系20只褐螳螂在枯草里。17天后，40只螳螂全都活着，未曾被天敌窥破。他又系25只绿螳螂在褐色枯草里，11天后完全死光。再系45只褐螳螂在绿草上，17天后只剩10只。这些螳螂大多数被鸟啄死，有几只绿的竟被蚁吃了。这个实验极为可靠，所以在沙地，当然要褐色种才能胜利；而在绿叶丛中，也非绿色种不行。

祈祷螳螂不产于英国，大多生活在多阳光的地方。欧洲大陆上自勒阿弗尔以南都有，好像是地中海区的原种，从三叠纪起就存在。渐向北侵，沿罗纳河等流域而进瑞士。马蒂尼临近瓦莱州的地方，与法国普罗旺斯等地都各有好多。它喜欢干燥阳光充足的地方，除法、瑞两国外，德、奥、意、俄以及北非一直东到中国全有。

南美洲有一种大螳螂，据有人所见，竟能捕捉小鸟。那人是个实验昆虫学家，正当虫鸟相争时，他便坐收渔人之利。欧洲螳螂只吃昆虫，幼时吃蚜虫等小动物，过后就觊觎较大的，但像青蝇和蝴蝶等，据说它永不碰触。从生下来会吃起，它就吃同族。

祈祷螳螂一生分三期。第一期是胚胎期，在卵里。卵藏在树枝或石上附着的卵筐里。在瑞士，这一期从秋季9月到11月起，到第二年春天5月止；若将卵筐移进暖室，到2月已有幼虫孵出。第二期是幼虫期，从孵化时起，到8月止。幼虫体外暂时披有一层鞘，鞘外生刺。靠刺就能从卵筐的缝间里扭身而出。我们设想它蒙在囊里，连头在内，而带着囊跑动。它一缩一伸，挤向卵筐的间架上，所有的刺全指向后，这样它就跑出来了。有些热带螳螂的幼虫身后末端有两条小附尾，上面生着两条丝。幼虫一出卵，就靠这些丝倒悬空中。它一挂可以挂好几个小时，或好几天，直到蜕了第一次皮。第三期是长成期，

或叫成虫期。欧洲种的第三期从8月中起，到深秋止。8月份就是幼虫末次蜕壳时，雄螳螂长成后，可活一个月，雌的三四个月。

所谓卵筐又叫卵囊，是件很奇特的构造物，是用来保护卵和胚过冬用的。英国博物馆里藏了一个标本，约长1.5英寸，色灰黄。向外的一面凸出，里面陷落成槽，以便附着在枝上。雌螳螂分泌沫状物来构成它，沫状物性近蚕的丝质，干了就变得坚韧，极富抵抗力。法布尔描写雌螳螂造卵囊时经历的繁复过程，布尼恩后来又加以补充。重要的事实是造成内部隔间，每间容一个卵，并加筑外绕的原带或厚墙，来包围这些卵。这一厚层就像凝厚的打过的蛋白沫。

布尼恩教授观察到：一只螳螂幼虫一开始躁动不安，大约20分钟后，就脱离旧躯壳而出。它出来时，还带一层鞘，鞘外附着突起的粗粒，指向后，这在扭动时很有用。不过一瞬间这鞘破裂了，小动物探出头来，并伸出半身在卵囊外了。鞘的近头处有个带黄色的、有阻力的、圆锥形的冠。螳螂引身而出时，这冠大有减少摩擦的作用。身后有两条丝，紧缚这鞘在原隔间的壁上。这丝长大约半英寸，等螳螂升高到卵囊面，这两条丝就帮着释放新生的幼虫离开它的鞘。祈祷螳螂的幼虫好像不悬在空中，却立刻就在卵囊面上爬来爬去。虽然没有蜘蛛那种荡绳的技巧，但它的种种适应性也够多的了。自然的想象力真是太丰富了！

老式的昆虫

常见的蟑螂可以代表住在孔窍里的害羞动物。所谓害羞动物，或躲在人造建筑物之下，或在自然的覆蔽之下。它过的是隐居生活，受了刺激就马上躲藏起来。有些蟑螂总被人称为“黑甲虫”，其实它虽带油光像被漆过似的，却不很黑，而且它的确不是甲虫。它属直翅目，和蝗虫、蟋蟀、杖枝虫、叶形虫等同目，和鞘翅目大不相同。

普通的东方蟑螂学名叫Blatta orientalis，确实是深褐色。林奈替它取名时，说是Ferrugineofusca，就是铁锈般的褐色。英国本来没有，据说是16世纪通商时带进来的。至于从哪里带来，却不得而知。不过在克里米亚半岛的石下和枯叶下，曾发现标本，使我们怀疑俄国南部是它的老家，现在世界各处都有了。它一定是从较暖的地方迁入英国无疑。因为再到更北的国内去，就非寄居在人家里不可了。普通蟑螂

有个近亲，叫作“日耳曼蟑螂”，学名Blattela germani－ca，色暗赭，或老黄。这又是一种外来而归化了的动物。在欧洲和亚洲的较中央和较北的部分，原有野生的。好谈政治的人也许爱听：这种贪食凶残又好舒适的动物，在俄国绰号叫“普鲁士人”，而在普鲁士绰号又叫“俄罗斯人”，这也不过一种譬喻而已。

英国人有了这两种“黑甲虫”已经够讨厌，可是英国不幸还有别的。像大型美洲蟑螂，就是蜚蠊，在一些商埠经常见到。又有澳大利亚蟑螂，学名叫Peri－planeta australasioe（澳洲蜚蠊），极善于毁物，大约是由亚洲东南部或非洲中部传到英国的。这些品种里带的某某国某某地方等字样并不一定准。有些蟑螂原在各国露天而居，很困窘，一旦附上商船，跟到别的国家，竟然很快散布开来，成了温暖和有荫庇的地方的住户了。这点非常有科学上的价值。从这例子可以看出人力如何影响到动物的生活。讲到英国，自从冰河期以后，动物种数虽然没有减少，但是得到兔和鼠，又失去驯鹿和溪狸；得到蟑螂和臭虫，又失去狼和壮美的爱尔兰麋。在量上没有损失，可是在质上有大损失，算起来真是可惜。

卢卡斯讲到英国直翅目昆虫时说，凡是昆虫有两个本国名字的，一定是常见种。我们既说“黑甲虫”是个谬误名称，就该想到英语Cockroach。据说这是西班牙语“Cucaracha”讹传而来的，大概本来指某种甲虫（Bug，西班牙语为Cuco）。如果这是真的，那么我们要对另一位专门研究直翅目昆虫的名家谢尔福德表示同情，因为他说美国人要割除Cockroach一词的前一个有效缀音，单称蟑螂为Roach，占据了欧洲一种淡水鱼的名称，实在太不应该。

普通蟑螂和日耳曼蟑螂——不必讲别种——本来都不是英国土著，何以能活得这么成功？英国本来有的三种蟑螂（学名叫Ectobius属）住在户外，竟不如它活得滋润，甚至几乎没有人提起。外来物种同化后之所以能生活得很好，有许多原因。它夜出活动，跑得快，身体扁得多，容易钻进狭缝。等到住到人家里，更不怕自然的天敌了。还有食物范围很广，这性质也大有生存价值。1921年，弗雷德里克·莱因所著《蟑螂》出版，由英国博物馆刊行小册子。书里头说：“它们不论碰着可吃不可吃的东西，一点也不放过。连墙上糊的纸、刷的粉、书籍、靴鞋、毛发等，对它们来讲都是美味。”它还极嗜好啤酒。迈阿尔和丹尼两位教授写了一本很有名的书，是专讲蟑螂的。他们说，“它

们也要吃瓜，可是吃了肠胃受不了”，甚至试尝墨水，吞吃自己蜕下的皮、自己的空卵衣和同类的死尸！只要未曾长成，它还有一样大的优势，就是偶尔长触须或瘦长腿断了，还能重生——只要还剩一小段桩或根，做新触须或新腿的起点就行。

在性别比例上，普通蟑螂雌多于雄约3倍，雌的有残余的翅。夏天它们交配，产卵时，每次约16枚，产在一个暗褐色的卵囊里。等幼者准备出来时，卵囊就裂开。弗雷德里克·莱因观察到，大多数例子里，16枚卵里只有10～11枚孵得出。幼蟑螂不该叫幼虫，因为已和父母几乎完全一样，只是小些。初生时，它很娇弱，色彩很淡，长得很慢，要5年才能长成。通常每年蜕皮一次。我们为进行科学的观察起见，用人工供给些制约。天生的动物到了这些制约下，恐怕就活动得没有在自然状态下那样快。我们也并不愿意它活动得更快。莱因注意到3只雌蟑螂，从4月关到9月，产了25个卵囊。“如果每一只雌蟑螂平均产8个卵囊，每个卵囊平均产出10只幼虫，一只雌蟑螂便产80个子女。这就怪不得厨房里蟑螂那么多了。”

日耳曼蟑螂只有普通蟑螂一半大，色暗黄或浅褐，雌的也和雄的一样有翅，并且比雄的多得多。每一卵囊平均装40个卵，由母蟑螂带着卵胞移动，直到2～4周后，幼者将要孵出为止。也像普通种，卵囊破裂，幼蟑螂钻出头来。不过母蟑螂仍旧关心，并帮助它们脱出。这点和普通种不同。初孵出的日耳曼蟑螂形如圆柱，色白，马上就能跑；不久就变扁，颜色也转深。长得很快，约过5个月就长成了。每月蜕皮一次，每蜕皮一次，颜色变白一次。

“黑甲虫”不见得有什么怪诞，只是它身上的蜡腺和唾液发出恶劣的臭味让人讨厌。我们用“味”字，因为蟑螂吃暴露在外的食物，食物便不能再吃。但是没有成见的人绝不会嫌它难看。我们在英国进口的香蕉上见过一只绿蟑螂，可以说很美观。日耳曼蟑螂还微微显露出爱子的心。据谢尔福德说，他看见过另外一种，带着初生的幼子跑来跑去。

蟑螂太贪吃，常染污人类的食物，又带恶臭，所以人类非常厌恶它。莱因在他的佳作里说：“人们家里有了蟑螂，或多或少，都会影响到住的人心理，认为房屋不干净，住在里头不舒服。”他教人用笼来诱捕它，用氮化钠和除虫菊粉的混合物来杀死它。但是我们又可以从一个较广的观察点上着想，要怪自己太随便地丢弃食物或其他碎屑，又让房屋器具各处多生不需要的缝隙。蟑螂善于盘踞阴暗的地方而繁

殖，就像鼠一样。我们虽然还不能证实蟑螂传播何种病菌来害人，可是莱因说普通蟑螂是一种病源杆菌的第二寄主，而这杆菌进了鼠的身体，可以让鼠生癌。

蟑螂除了捕食臭虫有功外，固然没有什么可称赞的。可是谈到蟑螂，我们有理由祝贺我们自己，就是蟑螂的极盛时代已经过去了。它由来已久，当含煤的岩系构成时，正是它极盛的时候。1920年，英国蕾氏学会刊行英国直翅目昆虫专记。卢卡斯说：“自从古生代以后，蟑螂好像大大减少，体形也缩小了些。现在所存在的算一个濒临灭绝的种族的残余。勤勉谨慎的主妇们听了这话，各自去图安慰罢了。无论如何，她们知道石炭纪已过，总要快活的。因为她们不用再费尽心力，去攻击远古时热湿气候中那样繁多的大队蟑螂了。”

衣鱼

“衣鱼”这个怪名称是指若干种无翅小昆虫，是在家庭和货栈里所常见的。有人要问为什么放着那些让人愉快的大动物不讲，而注意到这些渺小的昆虫，我们的回答是每样都得举例，所以细大不捐。衣鱼自有衣鱼的趣味，甚至胜过大象。可是同时我们凭着良心，也不能说衣鱼对于人类有什么好处。

衣鱼是动物界里不重要的细目之一，是旧式的无翅昆虫，长到0.5英寸长就算很大。它们常在厨房里乱跑。曾有一家厨房，灶旁聚了一大堆，它们是远古留下的古董。

达尔文爵士写过一些饶有趣味的回忆录。他说他年幼时不信上帝，所以在教堂礼拜时，非常不耐烦，有时便异想天开，扯出他所穿的礼拜靴旁的宽紧带里的线，一条一条绷成小琴弦，偷偷地在圣地上轻弹，既高兴又害怕，不亦乐乎。他长大后不但成为有名的植物学教授，并且成为奇异的乐器的考据家。我们离开本题太远了。他说他还有一种消遣法，就是看祈祷书里或粗呢垫下爬来爬去的衣鱼。他说这样消遣，要比偷弹琴弦更值得原谅。我们也承认，我们曾经做这样的消遣。衣鱼实在有奇趣，我们相信衣鱼找旧书脊缝里所涂的浆糊的干屑来吃，可见它们吃一点东西就能过很久。它们极爱吃碎糖屑，这也不是教堂里绝对没有的。达尔文爵士讲到衣鱼，曾有一个很适当的比方，他说：“我五十年来不曾见到衣鱼了。我若相信衣鱼们像小鳁，驾

着看不见的小轮来来去去，也许就错了。”其实这是对的。衣鱼的银色是细鳞上极细的线条使光曲折而成。普通衣鱼和几种近亲的鳞可以用作测验物，来决定显微镜的优劣。衣鱼的鳞具有特别的美，可惜肉眼看不出，尝试放在显微镜下来观察，则能看见图案极细致。这些鳞各不相同，所以十分适合用作区别其他种的依据。凡是原始无翅昆虫鳞片都会不同，专家看见一片鳞，往往就能断定它属于什么昆虫。对于衣鱼也是如此！

树林荫蔽的池塘里，有时有一群弹尾目昆虫浮着，这些是水跳虫，它们的色彩和形状都极像浮着的铁屑。这一科还有别的，叫雪蚤或冰川蚤，常结成大队在冰雪上旅行。大约是在那里搬家，从冬居的泥里迁到池水中，准备度过夏天。据说构造大致相同的动物，越小的越不怕冷和热。不论如何，弹尾虫除了怕旱、怕阳光外，差不多什么都不怕。1912年，发洛特在夏蒙尼冰海里冰上融成的小水洼里，看见一大群罕见的弹尾目昆虫，它们的学名叫Desoria nivalis。它们浮在一片20米宽2000米长的冰川上，数量足有4千万之多。

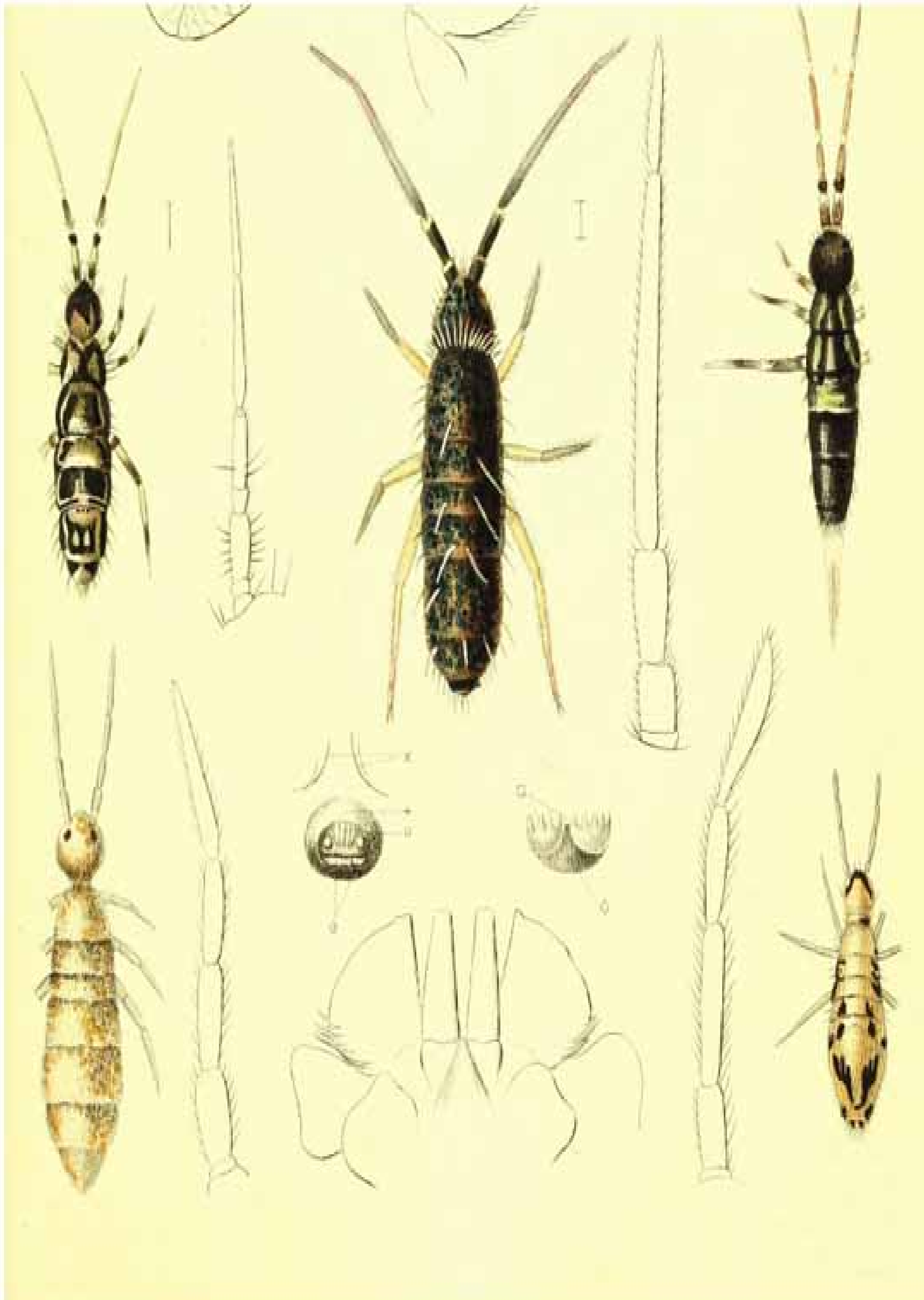
还有一种虫学名叫Anurida maritima，住在英国海滨水面上，它也是成群结队，对环境很有适应性。涨潮时，它躲在石缝里，虽然浸了很久也不要紧，它几乎不会沾濡。因为当它在水外时，全身细毛丛里藏了些空气，等它进水，这空气能把水隔开很久。弹尾目和鬃尾目都靠自然赏赐碎屑给它们吃，在它们看来，人类也是自然的一部分。我们知道它们好吃植物碎屑，可惜我们了解的还不够多，它们没有多少“习惯”，不过我们也不要太把它们看作小鳁，驾着看不见的轮，四处找寻别的动物所找不着的碎屑来吃。它们自有它们的较细腻的行为。卢波克讲到一种圆跳虫，英国草地上常见。他说：“雄圆跳虫极爱雌圆跳虫，并用触须环抱它们，异常亲昵。”可见自然界到处都充满着“食”与“色”！

博物学家为什么要如此注意这些无翅的狡黠的小动物？第一，因为它美观。虽然不是明显的美观，而是奇特的美观；它有自己的个性，与众不同；还有就是因为我们了解它还不深。第二，因为它是原始旧式的动物，连一点翅的痕迹都没有，而生着古式的口器，腹上生肢，是别的应得名的长成昆虫所没有的，并且也没有经过一点变化，和别的昆虫大不相同，它是远古的遗留者。第三，因为它们虽缺乏竞争的利器，而竟能活到今天，不但还活着，并且极成功。这完全得力

于它形体小，昼伏夜行，趋暗避明，进退迅捷，不嫌碎食，所以能求得生存机会。这叫作“狡黠者的成功”，是演化中的一个现象，颇容易为人所忽略。

蜈蚣和马陆

试着翻起路旁的垃圾堆，或劈开霉烂的树桩，常会惊动一群奇特动物，其中就有百足虫，即蜈蚣。蜈蚣多半单独行动，一旦受到惊扰，立刻逃窜。也有千足虫，即马陆，多成小群，动起来很从容。试着把手指按在蜈蚣身上，它就盘绕在手指上，并会咬人。试着提起马陆，它便卷上来，成个圆盘，像钟表发条一样。



这些动物是极端善于扭曲的动物，也许它们是蛇的雏形，因而受人憎恶。其实它们并不丑恶，动起来也不算不美。也许因为我们不喜欢同样的东西屡次重复，所以讨厌它们身上重复连接着许多同样的环节和脚，虽说百足千足等俗名言过其实，可是它们的环节可真够多，节节同样，数起来，一时也颇费力气。这些环节上还各附节肢。也许因为蜈蚣有毒爪，有时伤人，让人疼痛，就使许多人憎恨它们。至于马陆，并无毒爪，但是人类既恨蜈蚣，自然而然也会恨马陆。英国产普通蜈蚣有时长1.5英寸，学名叫石蜈蚣，也有马陆，略小些，学名叫Julus。在热带地区，两样都会长到8英寸多，大蜈蚣外貌颇凶横，很怕人。

我们在安闲的时候观察蜈蚣和马陆，起初的印象是它们行动便捷。蜈蚣走得极快，总像忙得不可开交，马陆要快走时，走得也不慢，它们都会凭空在地面掘洞。它们性喜狭道，扭曲它们的各环节，绕着方角而行，它们又像能倒行，尾在前面。我们所见的是众腿齐撑地面，或地面下的泥块，每只节肢好比陆船的桨。多足虫像只地下的划船。普通马陆的腿小到路边上看不出。蜈蚣的腿替换着力，当一组向后撑地时，邻近别组就向前移，好踏定在前方地面，再来用力。这些都很容易验视，不过要说得详确，可就不容易，因为腿动得太快，连最著名的动物学家兰基斯特爵士都自认难以分析蜈蚣运腿的次序。

不过主要的事实是许多有节的腿充满了肌肉，当桨用，使蜈蚣向前划起来快得被人当作小火车。蜈蚣和马陆虽然都怕亮，都有多条腿，都有许多环节，都好钻地，我们细看仍可看出一些差别。蜈蚣的身体是从上向下扁平的，马陆的身体是圆柱形的；马陆每节生两对腿，蜈蚣每节生一对，马陆的每两个相邻环节活像已经联合为一；蜈蚣的触须较长，且分许多节，马陆的触须较短，且只分几节；蜈蚣的第一对腿变成毒爪，马陆没有毒爪，就是抓破人皮，也无害；至于口器更大不相同，雌蜈蚣从身的后部产卵，雌马陆的产卵孔在身的前部。

我们已经举出某些差别，此外还有。从这里可以辟出有趣的新天地，而进一步观察动物界的一桩秘密。我们越多加研究蜈蚣和马陆（常总称为多足动物），发现的差别也越多。所谓秘密乃指两样动物分隶两目，并非近亲。它们的相似，学术上叫作“趋同”。有时两种或多

种不相近的动物，因为受相似的生活制约，逐渐适应，就呈现出相似的外表。蜈蚣和马陆本来不是近亲，但双方相像得无可否认，这是因为两样动物都成了适于钻洞隙的虫。海豚和鲛有些相似，都有流线体的外形，利于迅速地游泳，可是前者是哺乳动物，后者是鱼。蜈蚣和马陆相隔当然不及兽和鱼那么远，但比褐雨燕和燕要远些。褐雨燕和燕分隶鸟纲里两个截然不同的目。

我们说过蜈蚣和马陆受扰时有不同的反应。蜈蚣激烈暴躁得多，你要是惹了它，它就横冲直撞，就来咬你，它是一个沉着勇猛的猎人。马陆比较迟钝些，它好装死，盘成一团而不动，只靠从身旁皮孔里放出一种恶臭的液体来报复。它的性子很和平，专吃植物，常好群居。

园丁有时滥杀蜈蚣和马陆，不分青红皂白，这是不对的。因为蜈蚣是肉食的，常捕吃许多害虫，而马陆是草食的，常为园圃之害。热的地方常有大马陆，不过没有大蜈蚣那么可怕。总之，它们各行其是，并不相关。



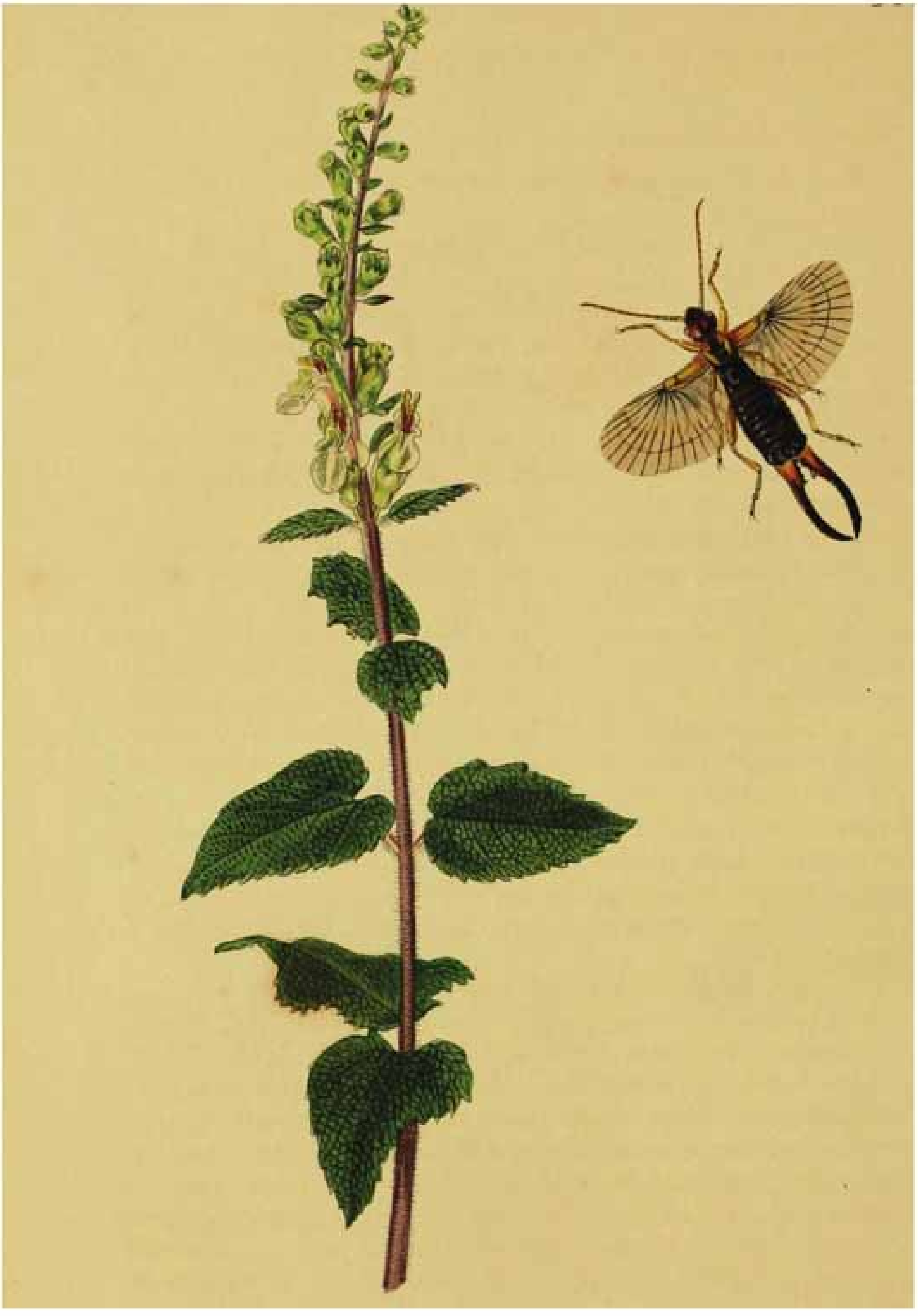
蜈蚣



我们还得谈谈多足动物的生活圈怎样和高等两足动物的生活圈相关。大蜈蚣的第一对腿弄伤了人，就注射些毒液进去，使皮肉肿痛，有时能使人头晕并头痛，可见这种毒对于神经系统一定会起作用。蜈蚣也像蠼螋，好钻狭缝，身体的多方面受挤，这样的特性也许驱使它偶尔钻进人的鼻孔。有时我们不慎吃了蜈蚣和马陆下去，它们竟可能在食道里存活一段时间。

数百万年前，蚯蚓的老祖宗发现了地下的世界，于是得以享丰食，得以避危险，可谓到了黄金时代。不过它不能长久独享，跟着就有蜈蚣也钻进地下，凶暴、残忍而又顽强，与蚯蚓为敌。直到今日，我们可在路旁看到蜈蚣攻击蚯蚓，用毒爪来捉住它，毒质有时麻醉了蚯蚓，蚯蚓僵卧不动了。但有时，蚯蚓会像痉挛般扭动，并且这环形动物会将蜈蚣抛开很远。但蜈蚣回来再次攻击，有时射进第二次毒液，有时不射，而是用大颚来咬蚯蚓。这些咬具只是利刃，而不含毒。它吃蚯蚓时，好像在嚼体壁，紧按它的口器在蚯蚓身上。有时它在蚯蚓身上一段地方咬上许多口，口口相近，把那段或那块咬下来，慢慢地吃。而蚯蚓的剩余部分仍然爬去，带着伤痛，也许危险地流着血，也许有蝇在它的创口里产卵，后一种情形比前者还要坏。不过有时蚯蚓的受创处会自愈，新尾生出来，补充了失掉的。

在生存竞争上，一种动物只要稍微再强一点，也许可以翻转全盘局势。像蜈蚣如果所含的毒再厉害些，也许可以更容易地制服蚯蚓；蚯蚓要是有再强些的再生能力，可以遭受更大的伤残而随即长起来。蜈蚣很伶俐，蚯蚓一进洞，它便跟进去，所以蜈蚣越伶俐越易于捕蚯蚓；但是蚯蚓虽然一只足也没有，却有的是肌肉，而且感觉又非常灵敏，竟可以挡住或闪避蜈蚣的攻击。连蠕虫都会挺身而起，抛掷一只蜈蚣，或像蟒那样缠住它。



蠼螋

第十六章
不失秩序的原始动物

若在船上打桨，桨上会滴下亮的水点，那么当船在缓行的时候，你如果把手浸在水里拖曳过去，便会有许多夜光虫缠绕在手指上。

世界上有些动物，比珊瑚和海绵还要简单，它们是极微小的单细胞——没有真实躯体的生活质单位。有几种单细胞动物和白垩纪的有孔虫目相近。它们常常在浅水中的海草上爬行，有很好看的石灰质的壳。此外还有滴虫借着身体上纤毛及鞭毛的推进，在水里敏捷地行动。滴虫中有一种叫作“夜光虫”，只有针头那么大，在夏天晚上，它发出很亮的磷光。若在船上打桨，桨上会滴下亮的水点，那么当船在缓行的时候，你如果把手浸在水里拖曳过去，便会有许多夜光虫缠绕在手指上。有许多滴虫生存在海岸旁水潭里，其余聚合了无数同住在空阔的海洋里。在这种地方，它们喂饱了小甲壳动物的肚子，而小甲壳动物则更喂饱了鲱鱼和鲭鱼的肚子。

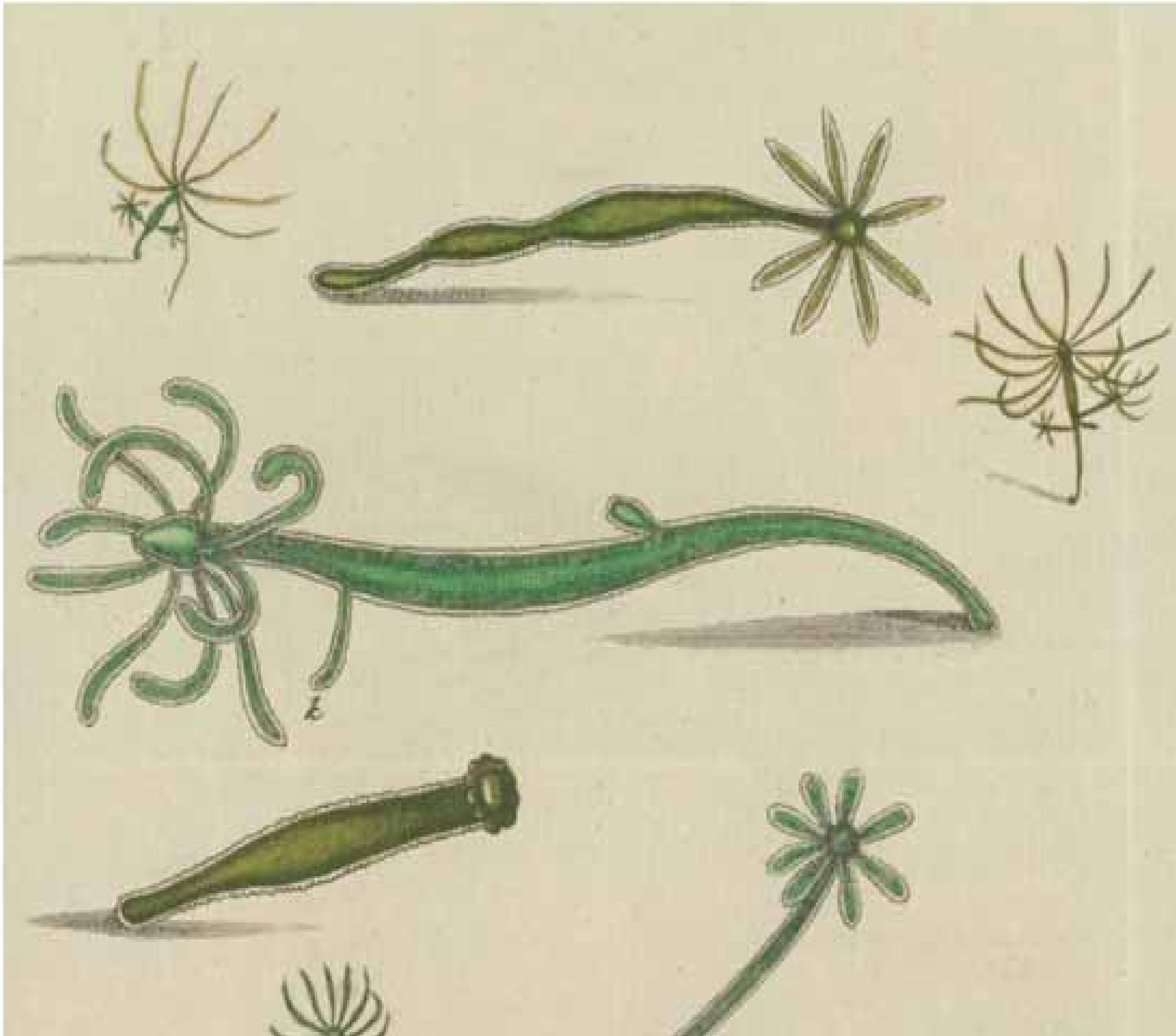
变形虫

在淡水中最普遍的，也是人们最不熟悉的动物之一，就是变形虫。人们不熟悉它的原因是我们的肉眼不能够看见它。严格地讲起来，我们不应当单说“变形虫”三字，就像不应单说“蚯蚓”二字一样，因为变形虫种类甚多，正和蚯蚓有许多种类一样。大部分变形虫生活在淡水中，在泥土、石子和水草上面爬来爬去，少数住在湿土里，还有些寄生在人类和其他动物的体内。变形虫的种数，有时算起来，大约有60种，但有时计算起来，却可以减少到4种。无论如何，它们确切的种数常在这两端之间。各种变形虫的区别需要从许多细微处才能鉴别出来。它们的变异性，不比许多高等动物厉害。它们不会因环境的影响而发生什么明显变迁。

当博物学家发现有特点的新物种——如霍加狓、栉蚕、文昌鱼、水螅、鸭嘴兽，我们常常会很仰慕他，就如我们尤其敬佩在1755年发现变形虫的罗色霍夫。他不但对他所称为“小盲螈”的这种生物加以解释，还亲自检验它那像手指形的突起部是怎样伸缩的，又注意到它身体外面的变化同内部液体流动有什么关系——我们应该知道，这正是一项重要的观察。一只典型的变形虫可算是一个紧缩的完全动物，它的直径只有0.01英寸，在一定范围内，它常常改变它的体形，又滑动而行，与众不同。当它吞食的时候，常把它的俘虏包围在两个一突一陷的指形物——谬称之为“伪足”——之间而吞之。变形虫如果遇到干燥或不宜生存的环境时，便收缩它的突出部，变成圆形，且分泌出一种保护自己的胞囊，静伏其中，可以静候很久。如再次遇到潮湿或适宜的环境时，变形虫又脱胞囊而出，开始它的新生活。

普通人以为变形虫是无形状、无结构，而具有生命的一团物质，是种原始的生物。其实它也有形状，不过变化不定罢了。它的内部组织也很复杂，它的世系虽然从数百万年以前起，然而不能视为最初的生物之一，因为在它之前，还有很长的生物演化史。

在变形虫的乳状物质里面，有一个核。在核内，另有一个小世界，在核外的物质是有生命的，不过其中包围了一些没有生命的部分，里面有粒子和小滴，有些含有预先贮藏的物质，有些含有废料。在食物颗粒的四周，又围着水泡，有两个排泄泡或伸缩泡，可以连续地张开和收缩，好像小的心脏一般。它们把生活物质里的液态废物和多余的水分排出体外。它们有时像水泡那样破裂不见，隔了几秒钟，又从原处现出来。变形虫里面靠边缘部位的物质，比内部的较凝固且透明。在高度显微镜下，边上显出细的放射线状，有些像横纹肌纤维上的横纹。



变形虫也可以叫作“多侧动物”，它身体的各方位都能包吞食物；能收缩到任何方向；各部分都能感知外力；它能避开刺激性的化学药品；能爬近食料；能爬到可以爬的地方去。如果一只变形虫单独在水中，它就能伸出纤细的突出部，四下去探寻固态物。我们能感到变形虫能够行动、感觉、消化、呼吸及排泄，正和大象一般，但全在0.01英寸的范围以内，我们不由得重视变形虫了。如果要去解释它这样小的体积，怎么能做多种事情，便要产生疑惑。对此只能解释说：在生活物质之内，有一种显微镜下才能见的薄隔层，和化学实验室里的隔间一样。这是多细胞生物有了许多细胞后才能达到的。变形虫好比是单间的房屋，各种家务都杂在里面进行，而不失秩序。高等动物好比一所大厦，中间有许多房间——厨房、餐室、休息室、洗衣处、储藏所、会客室等。换一句话说，高等动物实行分工制，变形虫则较少。所以读高等动物的生理学比较容易，因为学者可以分别研究不同器官的功能——例如肾脏和心脏相离很远，各有各的用途——但在变形虫，则一切日常职务，都在直径0.01英寸的小地方内进行。

当食料充足，吸收大于消耗的时候，变形虫便生长。它增加它的生活原料，但并不是没有限制地生长下去的，因为每一种变形虫总有一个生长的限度，到了这限度以后，便不能再生长了——普通动物也是如此。它长到一个最适宜生存的体格，到那时，里面含有的原形质正好充分吸收表面的给养。变形虫靠表面吸取食料、氧和水，并排除二氧化碳和废物，所以体积不能增加到太大，以致超过所能照料的面积。变形虫长到极限时，就分裂为两只，这是最简单的繁殖法。偶尔也有一只变形虫分成许多很小的单位，或称胞子，有时两只变形虫合成一个，这是一个生殖的过程，而不是繁殖的过程。

变形虫没有真实的身躯，不过是一种单位小点的有生命的物质，所以生理上不像多细胞生物那样常常产生各种消耗。它繁殖时，在生理上也没有耗费什么，不像大多数动物传代时，有极重的负担。天然的死亡是动物具有身躯后所应付的代价，变形虫似乎可免，它的“机体不死”使我们更加钦佩了。我们用显微镜所观察的池中的变形虫，或肉眼在黑暗的背景前所看见的细小白点，也许已经生活了数百万年。我们曾经说过一个单体分成两个单体，那第一个单体在一方面可以说是绝迹了，但是它没有留下躯壳终归不能说是死了！

变形虫的行动还有许多不明了的地方。这种行动并非胡乱的行动，有时它常对准一定目的地前进。也不能称作“随便的行动”，因为变形虫没有受到特别刺激的时候，常循一种螺旋线而运动，也像其他多种动物，或像蒙住眼睛的人在那里游泳。我们若再仔细观察，则变形虫游来游去时——速度为每分钟600微米——表现出一种像环带轮的前进状态。在前端的上面可以看得见的微粒隐去了，过些时候，再从后端出现，于是再向前移动。

1920年，谢弗教授在他的《变形虫的运动》一书中描述——在变形虫的体中，和有些缓行的简单生物一样，它有一个能活动的外层，和原形质深处的流动层，像白血球在有些高等生物的细胞里那样的。变形虫的移行能力大都由于表面张力而来。

关于变形虫有一个最有趣的事实，就是它能表现出最原始的行为。它向硅藻、纤毛虫等微小生物行去，便伸出原形质手臂围绕它们，可以说是包在它们的外面。詹宁斯教授告诉我们一个故事：有只大变形虫（以A代之）去捉一只小变形虫（以a代之），大家知道变形虫有时也要同类相食。A追到a并且包围它，但是a利用A的运动所给它的机会，竟从里面逃出来，因此A便转换方向追a，a于是第二次被擒。但是a要活命，我们以为这是和表面张力现象不同的，a再逃掉——比《旧约圣经》所记载先知约拿被大鱼吞入腹内，三天三夜后安全脱险，还要强悍！第三次没有被擒住。所以在生命的起点，我们已看出有效果的行为，是在为某个目的出发的。假使有一只如大象一般大的变形虫，像坦克车似地向我们滚来，我想我们总不会还要先争论它是否有目的了。

第十七章
生命的秘密

心灵的演化到了最高级的人类便表现得最显明，人的理解力、仁慈心和控制力都在进化，这样的演化现在仍在进行中。

生物的充盈

达尔文十六七岁时到爱丁堡大学去学医。他在第一封家信中，提及对这座美丽城市的几个印象。最打动他的一个巨大景观—“我所看见的最奇怪的东西”——便是“桥街”。因为他横穿过别的街道来到此处，原以为必定有一条美丽的河（这是他所说的），而当这个青年学生凭着栏墙下望时，他却看见一群来往的人低低在下，那就是我们在大自然里常常遇到的。忙碌的生物彼此交错，没有一角是空着的，熙熙攘攘。空中有很多动物——云集的蚊和蝇，大队的蝗虫，大群的鸟。地面之上也有很多动物——牧场上慌张的野兔；在初夏时，大群幼蛙都离水而迁至陆地，我们几乎一走过去，便会踏死几只。地面之下也充满着动物——我们在高尔夫球场上照球杆的长度画地为圆，圈里就曾数出40处蚯蚓窝。在热带，群蚁钻进地道，声势常像瀑布。在包围着地球的水中，也充满许多动物——加拿大河流里，鲑鱼多到互相拥塞；路旁池中也这样充满着小动物。我们读了大诗人丁尼生的“上帝有何等伟大的想象啊”一句后，不怪他觉得惊异。现在要讲到海里的动物了，如成群的海豚，一队一队的游鱼，专供大动物吞食的微细动物。后者为数众多，甚至在1加仑（1加仑约合4.54升）水里所含的，比我们在晴夜看见的星还要多。斯宾塞说得好：“海里成熟的种子，比陆上实在多得多。”

再讲到硅藻和海洋中的其他微细动物，这些构成穆雷爵士所称的“漂浮的海中草场”。从这一说法被提出来之后，我们用来形容各种植物。明亮的浅水里含有许多的海藻，在热带海岸生于茄藤树间——有极繁茂的植物，有时候分裂成堆，形成浮岛。茂草中极多叶片，栉比着向上生长，互相并列，而不重叠。无论在热带森林或丛莽里，或家

园旁无人照管的篱落间，植物对于位置、清新空气和阳光，都在激烈地争取。植物界和动物界充盈着一样的勃勃生机，常常会盛满而且溢出。

这里有两件事要做区别——个体的众多和种类的众多。一条鳕鱼据说能产200万颗卵，假如全部都生长而成幼鳕，那么渔业马上要告终了，因为大海都被塞满了！英国有一种海盘车海星，在一年内可产3亿颗卵，一个牡蛎可以生6000万颗卵，产量较少的美洲牡蛎平均一年也产1600万颗卵。假使一个牡蛎的后裔都能成熟并繁殖的话，那么它的后代要多到“66”之后加上33个“0”的数目，它的后代的壳堆积起来，要比地球大8倍。我们知道这种可能性是不会实现的，因为死亡的几率非常大，动物时时受到自然法则的淘汰和削减。但是当鼠疫盛行时，或旅鼠过境时，或蝗虫云集时，我们就可以看出，如果没有“天然的平衡”会产生怎样的后果。

有些动物繁殖起来比别的要快得多，不过并不是繁殖最多的就最适合于生存。一个母蟾蜍可以生7000颗卵，但它们并不都能变成蝌蚪，蝌蚪也不都能变成幼蟾蜍，幼蟾蜍也并不都能变成大蟾蜍。在许多地方，一年一年过去，蟾蜍的数量似乎总是不变的。生命好似著名的麦秆桥，开始过桥时数目极多，但能到半途的已占少数。大部分生物的后代，都会死于幼时。这就是人类和普通动物大不同的一点，人类已经学到怎样避免自然界里进行着的严酷的淘汰了。

数目多的一种动物也不一定就有很强的适应能力，我们用行旅鸽的历史很容易证明。这种鸽子几年以前繁盛得以百万计，但是现在都没有了！行旅鸽非常强健而俊美，一般是群体生活，并且每天常常为饥饿所驱，而飞到很远的地方去寻找食物。据说在有些森林中，被这种鸟的巢占去了一大块面积，有时一棵树上竟造了一百个鸟窠。美国博物学家威尔逊曾举一例说，肯塔基州有一个鸽群区，纵40英里，横数英里，里边的鸽有2亿之多。鸽大约会在4月10日前后飞到巢里来，到5月25日以前就同雏鸽到别处去。这些鸽是候鸟，常常依时从一处迁移到别处。

艾略特在《河畔博物学》一书中说道：“大鸽群来时，情景是很可观的。大队未来之前，早有一种像大风的声音，愈近愈响，直到它们冲进所选定的宿场。那时鸟翼相击声，争夺位置声，接连移位声，树枝压断声，哄闹异常，不但人语听不清，就是枪声也会被遮掩了。”

鸷鸟常聚集在鸽巢附近，偷袭新孵出的小肥鸽。后来大群的人到来，在“广大的育婴房”附近屯扎定居，然后砍倒许多树木。在小鸽刚快能起飞之前，许多鸽都被屠杀了。一年一年过去，无处申诉的行旅鸽的群落逐渐凋零，终至完全绝迹。

这种行旅鸽，美国人也常叫作“野鸽”，大小与斑鸠差不多，不过有一条长而带楔形的尾。飞行迅捷而持久，每分钟可飞1英里。雄性背部暗灰蓝色，腹部是栗色而微带紫色，颈部有像虹的彩色纹；雌性背部带褐色，腹部暗白色。它们常常损害农作物，如稻谷等。但行旅鸽给我们的主要兴趣只在它从前曾多到不可思议，简直能遮天蔽日，然而不过数年间，竟绝种了！

一粒沙在海岸上时，算是在它的恰当位置；但它若到钟表的机械里去，我们便要叫它作尘污。毛茛草在野地上，和白屈菜生长在树林中，都是在它们的适当位置，但若生在花园里，便成为讨厌的莠草了。有些莠草是很美丽的，当我们称一棵植物为莠草时，我们并不是说这棵植物长得难看。我们的意思是说它已出乎它的天然居留地，又太无阻碍地繁殖起来了。我们再可以看出“生物的充盈”。如有一花园，我们就能注意到莠草怎样骚扰和蹂躏其他有用植物的，任其自然而不加修理，在短时期内，莠草就会丛生而逼死许多花卉，随后其他杂草再阻遏这些草的生长。几年以后，花园里除了繁缕和杂草外，恐怕没有别的植物了。

达尔文的同事华勒斯博士在他的《达尔文学说》一书中，举了几个莠草蔓延的例子：“在几十平方英里的拉普拉塔平原上，近年来长满了两三种欧洲蓟，而其他植物几乎尽在被排斥之列。”平常的水田芥传入新西兰之后，已经泛滥得不能用笔墨来表达，它的茎有12英尺高，0.75英寸粗，有时竟可以阻遏河水流动，以致河水泛滥成灾。但是如果种杨柳在河岸上，柳根不消多时便长得很多，而挤出水田芥的根。这真是一物降一物啊！

有一种普通的英国植物叫庭菖蒲，就是俗称“篱芥”的一种，一般会产生出75万颗种子。假如这些种子个个都能发芽，而幼苗也都能长大再生种子的话，则三年以后，全地球表面都容不下这种莠草了。但是我们不要误会，以为莠草之所以危险，只因生种子太多。因为有些生子也很少（如毛茛），莠草到一个新地方之所以变为有害，就因为在那里不再像平常般严受选择和淘汰，得以滋长。假设有一棵植物每年

生子两个，而只生活一年，那么21年后，便有1048576棵植物，如果没有动物吃掉它们，没有邻居去践踏它们，每个种子都散到适当的地方的话……幸亏这些“如果”不是都会实现的。

我们既说有冰山——浮起来的成山状的冰块——从大冰川的岸头分裂开来，也就可以说有鸟山，就指那些有无数鸟巢的大海崖，常常成岛状的，许多鸟山在英国北海岸或在北海岸之外。关于英国我们可以举出弗兰伯勒角、巴斯岩、艾尔萨岩、鸡崖和富拉岛等地来。这些地方都有成千成万的凹凸的山层和石洞，正好给鸟类驻足和筑巢，于是就被许多多少有些相似的鸟占据。有些今年住在这里，像鸬鹚和三趾鸥；有些短期驻足只为生育，像海鸥和角嘴海雀。

假若我们到鸟山去参观一番，便可以更明了生物繁衍的繁盛状况了。我们曾到过一个叫作“罕达岛”的鸟山，位于萨瑟兰郡的西岸斯考里外1英里。罕达是由沙石和砾岩堆积而成的；向苏格兰一方有一道斜长的草坡，西面和北面有险峻的悬崖，北面遥眺格陵兰岛，西面看得见路易斯角和哈里斯的山。这座岛上有大约300只绵羊和许多野兔。本来有几间房子，但是现在只有一处避雨间，当羊生羔时，有牧人来住6星期罢了。我们之所以要说这事，是因为参观人少，所以鸟异常驯顺。它们见人走近到几英尺之外都不怕。不过游人要当心峭壁，不要走得太靠边。

我们一行游人爬上了那长草坡，忽然到了一座很陡峭的海崖的边际，有150英尺高，好像巨人的书柜，由一层一层的沙石造起来的。这些石层有1～1.5英尺的间距，里面住有几万只鸟。它们常常挤得身躯彼此相接触，头颈彼此交错。各种鸟类大都分住，各住在“岩上镇”的各条街道里。最低的街道是三趾鸥街，稍上是海鸥或刀嘴海雀的区域，其中石层约有30层，一一堆叠起来，顶上有草和土，是快乐的角嘴海雀的巢穴。有些地方，一段石壁只住着海鸥，还有一个地方住着很多刀嘴海雀。这种鸟和它们表亲的区别，可以从左右挤扁的嘴看出来。有时三趾鸥占了独自伸出的阔嘴，伏在巢上，旁边围绕着几千只海鸥。

我们越走越高，在峭壁的边缘上很当心地走着，谁也不敢保证石片不会松动滑落。我们走到一带有300码长，400英尺高的峭壁上。我们再次看出到处充盈着生命——三趾鸥、海鸥、刀嘴海雀和角嘴海雀等排成长列，一列在一列上。有些石层上面，海鸥和刀嘴海雀挺立，突出白胸，朝着大海，但大多数都是背向外，身体紧靠着岩石。它们

的有蹼的长足一定便于用来按着向下斜的石层，但是一等到飞来另外一只鸟，坚持要在已住满的石层上降下时，它们便常常失去立足之地，因此发出争斗的叫声和哀鸣的怨声，震耳欲聋。不过大体而言，它们终究是很和善的，而且常常互相让步。幼鸟将能飞翔的时候，也不致受到什么伤害。7月底以前，它们完全飞向外海和南方大陆的海岸上去，竟没有一只海鸥，或一只刀嘴海雀，或一只善知鸟，留在峭壁上面！这真是使当时一行游人难以相信的，以上三种鸟原来只在夏季才到英国而已。

这里的峭壁有一断面宽约400英尺，高约300码。我们估计鸟的数量一年少说也有40万只。为什么有这样多呢？第一个原因是：因为适宜筑巢的有石层的海崖不多，远近地方的鸟都来，而且是每年都来。第二个原因是：除人以外，天敌很少。海鹰或白尾鹫现在很少了，秃鹫虽然仍生活在斯考里，但很不容易在无数尖嘴海鸥群中冒险。就是飞来飞去贪得无厌的大黑背鸥也只能捕食些弱雏。当它第一次冒险飞到海面去的时候，有些幼鸟会跌出石层，坠入大海，不过这样危险的事不会常有。还有一事要记得：海鸥、刀嘴海雀、角嘴海雀之类每次只生一个卵。第三个原因就是：海里的鱼很多，大群的鱼——我们看见许多鸟叼了它们去喂小鸟吃——可以供养大群的鸟。那些鱼又靠吃甲壳动物而生活，而甲壳动物又吃微小的动物和植物，世界就是这样周行不息。

生物的驳杂

有些事物是很感人的。像大群的绵羊走过，大约要用一个小时的时间才能走完；像白嘴鸦集合了一大群，能使一块田变黑；夜间椋鸟成千成万在它们的栖息地上方飞绕，好像从火山口喷出的热灰团一般；成群的鲭鱼；云集的飞蜂；我们在大蚁穴上看见的蚁队；我们整个下午划船看见过的行进中的水母群等。但是有一桩事比一种动物密集地住在一角还要有趣，即动物种类的驳杂。保守地估算，人类已经发现并命名过的脊椎动物约有25000种，包括哺乳动物、鸟、爬行动物、两栖动物和鱼五类。还要加上一些绝种脊椎动物，尤以鱼类为最多。这些只在岩石——过去动物的葬地——中留下些化石而已。

我们试着去数数已知且已命名的无脊椎动物的种类，那就比脊椎动物多得多了，种数至少有25万。但是我们要记得，节肢动物就占了4/5，其中昆虫最多，不过还剩有5万种的软体动物，包括蠕虫、海盘车海星、腔肠动物、海绵和单细胞动物。在这个无脊椎动物的大名单上，还要加上一笔化石动物，它们从前生活在世上，但早已灭绝了。

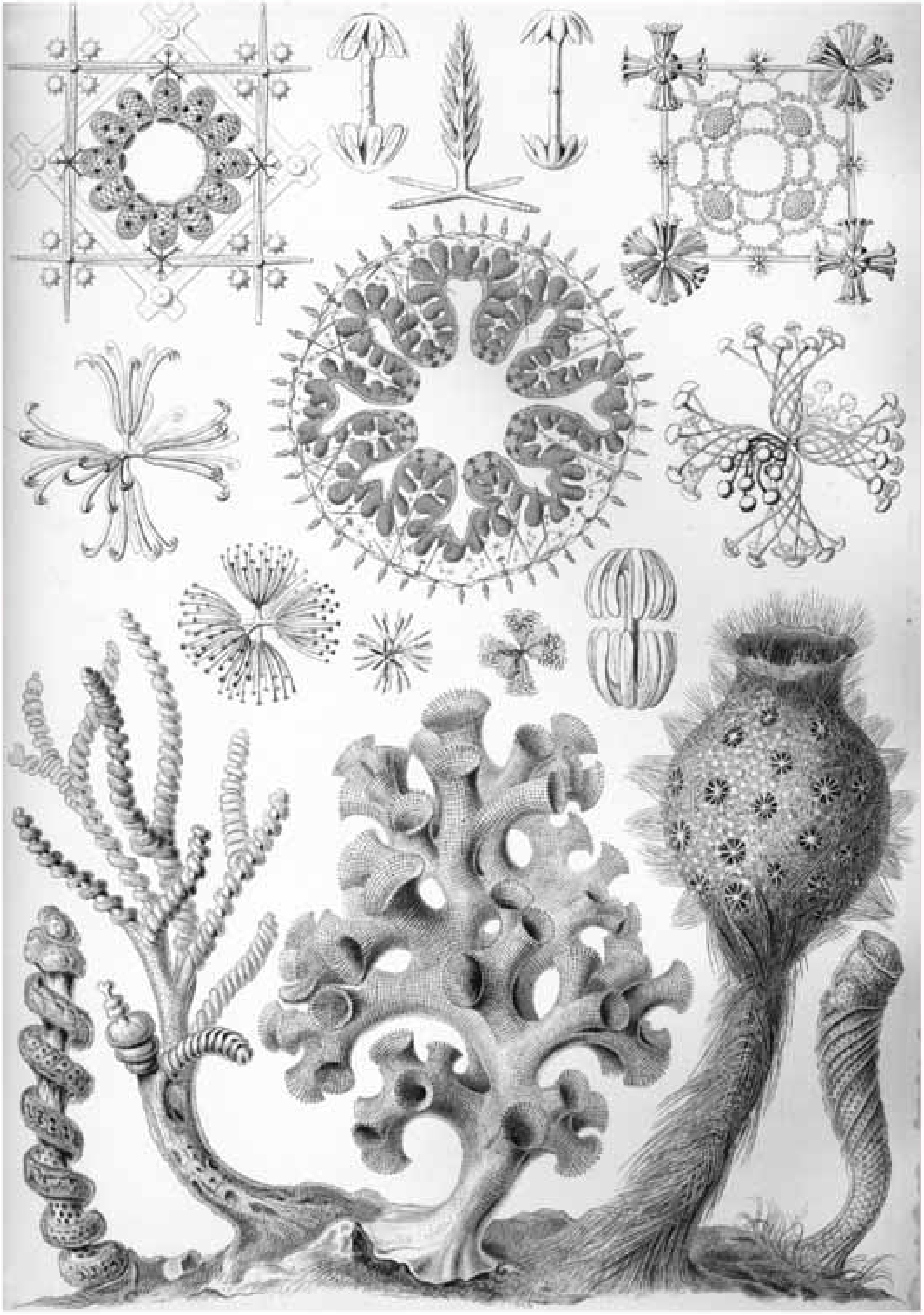
在一个明净的夜晚，一个人能凭肉眼看见4000～5000颗星，但是新昆虫一年工夫也会有4000～5000种出现，我们可以说英国产鸟的种数只有在晴朗夜空所见星数的1/10，现在英国约有460种鸟——但有很多种数量已经是很少很少了。

动物的种类为什么比植物多？其一是因为大部分植物（除了水中植物和寄生在其他植物上的植物以外）必须在地下生根，所以它们没有像动物这样多的机会能行动，能掘穴，能爬，能飞。换句话说，动物从适应自然的生存方式上得益比植物多。我们可以说大多数植物是株守的，听命的，虽然也有能铤而走险的，如捕蝇草。

数目的众多并不是真正打动我们之处。我们是和一个植物学家同去的，坐在高尔夫球场上，不必站起来，在他目所能及的范围以内，他能指出十多种不同的植物。如果走到1英里外，到了其他地方，也有许多，不过这次是十几种别的植物了！如果你坐在海滨与高潮痕相近的干沙上，你很容易伸手就寻找到十几种不同的小动物，至少也能寻得到它们的碎块。我们曾有一次发现一块石头，上面附有14种动物！

这里有两个难点是要弄清楚的。藏在岩石里的化石动物，至今有些同类还在海里生活。例如海豆芽属在数百万年前是繁盛的，现在依然繁盛。没有人要调查活着的同时又是化石的动物的种数，因为那等于重复计算一种动物两次。但有些化石动物就是现在动物的老祖宗，和它多少有些不同，像绝种的三趾马，便是现在仗着每肢中的一指的趾尖来奔跑的马的老祖宗。这三趾的马和现存的马，当然都要列入名单。在昆士兰的河里，有一种很有趣的肺鱼，叫作“新澳大利亚”肺鱼，能用肺和鳃呼吸，这是自鱼纲进化到两栖纲的过渡物。这种奇怪的双呼吸者在古时就有较简单的祖宗，以澳大利亚肺鱼作为代表，这两种也要加在调查表上的。有不少化石动物已绝种，现在没有生存的子孙了。它们是已死绝的动物种族，已经完全被淘汰了，例如飞龙、鱼蜥、古代的海蛇和大海蝎子，但它们必须包括在名单中。它们曾和我们一样在地球上生活过。那么化石可以是古代和现有动物的遗骸变成

的石质遗留物，可以是现存动物的祖宗，也可以是未曾直接传到现存的动物界的已绝种的动物，这样应该很清楚了。



第二个难点是：所谓“一个种类”究竟是什么意思？我们在生物调查表中计数的是什么？一个种类或一种（Species）是指一群个体，彼此有许多特征相同，并且一代一代传下去时，子孙也大致相同的生物。一种中的各个个体都能在本种里相交配而繁殖，但是和相关的异种交配不易繁殖，所以野兔和家兔决不能相互交尾。凡同种个体间彼此相同的特征就是该种取得种名的根据。这些特征必定比一族里各个体间的差异要大些。滨蟹有许多颜色，但绝不能因颜色不同而分别命名，因为一族之中的兄弟姐妹间也有这样不同的颜色。种的特性必须重要取一个特别的名称，这个特别的名称是写在第二个字的，像家雀的学名叫Passer domesticus，树雀叫Passer montanus，区别从第二个字上就能看出来。像Felis leo是狮子，Felis tigris是老虎，Folis catus是野猫等，不同种类的猫科动物都包括在较大的一群即猫属之内。有时一属中只含一种，例如，只有一种斑点楔齿蜥。有时在一国里只有一属中的一种，像在英国只有一种翠鸟，如遇许多近似的种类时——像鳟鱼、红腹鳟——便发生困难了。博物家于是发生争论：怎样才算种性够强。

海中和陆上的栖息

世界是一个大舞台，百万年来，动物一直上演着活剧。演员已经随时代而改换了——总体上改换得更加精致；舞台也已经改变了——总体上变得更加精美；戏剧结构也已经改变——越变越繁复。虽然这些东西样样都变，但从一个意思上说来，样样都不变。这个舞台仍是老地球，男女演员仍是全都相关的生物，表演永离不掉两个大动机——觅食与寻偶。诗人曾说过“哲学家尽管争辩，‘食’与‘色’解决世界上的一切问题”。

无论如何，我们必须研究三大事物：舞台、演员和表演的动作。在生物学上说起来，就是环境、生物和官能。

我们所谓“生活”的那种动作，不过是动物和植物对它们的环境迎拒周旋罢了。至于生物等级，则内心的思想、感觉意志等也非常重要。

一年一年过去，我们常见一块地方在那里变迁——有些地方明显些。一位老博物学家曾经见过河里无中生有地生出一个小岛，岛上还长出许多柳树和赤杨。

洪水泛滥时，能改变山谷的样貌和河道的流向；有时森林大火后，损毁各种东西，连动植物与地面的样貌都改变了；有时大风暴雨发起来，能摧毁一大块岩石，或挟沙来掩埋几块田庄。既然这些变化可以在短时期内发生，那么我们想到百万年的演进中，变化真可以多得很啊！这是很重要的，因为生命的戏剧有一部分就是要适应环境的变迁。

雨水停在石头的缝隙中，冻结起来，能使石头爆裂，好像有千百个尖楔劈开它似的；几小股的水能将碎屑挟带到溪涧的底部，并磨细成沙；海水将石子猛掷在海崖某部，我们可以听见它们互相撞击的声音；冰川能开出一条山谷，能掘出一座湖；较大规模的变迁，还有火山会爆发，地壳会隆起。地球表面时时改变，改变起来有几十种不同的路可以走。这就足够专家研究了。一个地方所剥蚀下来的物质堆积在其他地方，去做未来新岩石的材料。只要时间够长，桑田会变成沧海，大地也会变成海洋。

开幕剧却有些令人灰心，演员们说：

我们脚下的大地起源于一股股飘忽去来的热气，

后来好像碰巧赋得些形状，

又受循环暴风来侵蚀。

第一幅图画是地球开始冷却时的景象。在烟烬中的地壳还不适合生物寄居，连大气都沉闷，因为成分是以二氧化碳、水蒸气和氮气为主，只有很少量的氧气。差不多全体生物都倚靠大气里的氧，而氧却靠绿色植物受日光作用从二氧化碳里造出来。

后来地壳渐渐冷了，水蒸气也凝缩成小湖泊里的水了，湖水聚集起来，便汇成大海，遂溶解了地壳里的盐。有些学者以为从前有一个时期，地球表面是一片汪洋。他们说的也是对的。至于一个大洋也罢，许多海也罢，这都无关紧要。我们所要知道的是有许多半动物半

植物的微生物在水中游来游去，我们不知道它怎样产生出来的。它吃空气、水和盐类，也能分解出二氧化碳，固留着碳，而放出氧。一切生物都依靠这个过程。近年来发现，若将某种光线慢慢地通入水和二氧化碳的混合物之中，就生出一种简单混合物名叫甲醛水溶液。百万年前，最初的生物是这样做的，现在每片绿叶天天这样做。

地壳的若干部分隆皱起来，便形成了大陆和海洋。近岸浅水之处较似植物的原始发生地，因为有光线，植物得以安顿下来，以后就长成细条及片状，海藻类遂渐渐繁殖。我们应当趁低潮的时候，到海岸岩石旁边去尽情地看这些古老复杂并且美丽的植物。

有几种简单的植物逐渐穿进河口及沼泽，而到淡水里去，其后便长到较干燥的陆地上，或藓、苔、羊齿等，最后竟有显花植物出现了。但是有些植物学家，像丘奇博士便相信古时海滨常常慢慢升高，于是常有几种高等海藻逐渐变为陆栖植物，居然生出真正的根和叶。无论如何，总是水栖植物得到了充分时间，进化为陆栖植物。

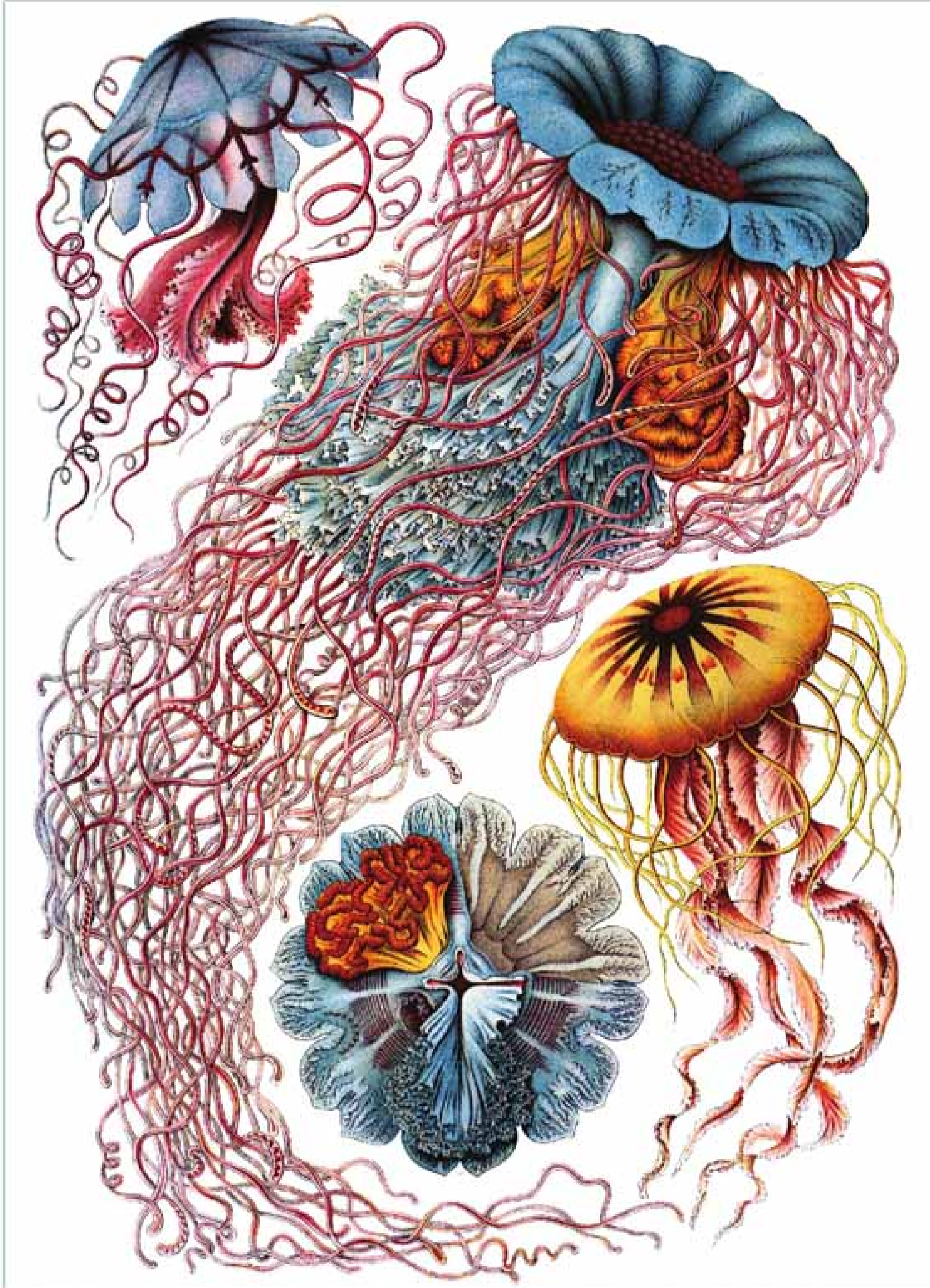
但是我们必须再讲到近岸的浅水。有桩事大有可能性，当简单植物刚开始进化成为彻底的植物时，那里长出其他生物——最初的动物，它以掠夺为生，它不再满足于空气、水和盐类，它吃植物已经制好的复杂食物，如糖和其他碳水化合物，所以得有很多能力而得以过活动的生活。它走各条路去尝试，因而得以进化为海绵、植虫、珊瑚和水母等。经过一段很长的时间，海里便充满这些动物了。

最初的动物大约生存在近岸的浅水里，在海藻之间爬着或游着，但是有些博物学者以为动物起源于外海。我们不能确定哪一种见解是对的，还是说“不在大海，便在岸边”，较为妥当。最初的家当不在海底，因为这种地方对于生命的起源而言太困难了。海底见不着日光，而日光才是“生命力的大源泉”。我们也可以把旱地除外，因为陆地上很不容易供简单动物生长，实在是在植物没有先开路长到陆地上之前，动物不能在这种地方生存的。

我们敢说，现在安然栖息在陆上的每种动物的原祖，都在水中经过长时期的训练。哺乳动物和鸟从爬虫进化而来，爬虫又从两栖动物（半居水中半居陆上）进化而来，而两栖动物又从鱼进化而来——鱼很少有能离水太久的。

那么剩下的是最简单的动物发源于淡水的一说了，但是也有几个理由反对此说。最古老的化石植物是海藻，而植物起源的地方一定也就是动物起源的地方。最古的化石动物大半近于现在的海栖动物，像水母、珊瑚、海百合、海豆芽。如果你研究到最初真正演化成躯体的动物，即海绵，你可以知道在海中有好几百种，而在淡水里却只有一种。这就给我们指示了一条路径，如果你研究到再下一大群动物，即腔肠动物们，你可以知道在海中有数千种——植虫、游泳钟、水母、海葵、珊瑚——但在淡水中却只有五六种，这又指示我们一条路径。海洋确实是各种生物的故乡。

还有一种奇怪的议论。当我们割破手指时，把它放进嘴里，就可以知道血有咸味。血里溶有几种盐类，而这几种盐类也是海水里所含最多的。进一步讲，我们的血里各种盐所占的成分和海水中这些盐所占成分，几乎一样，这就证明当血最初被划出做动物内部的液体时，除了它还溶解些食物在内，它和海水没有多大不同。这样就不能不归到一个结论：第一种有血的动物（可将今日的纽虫作为代表）是住在海里的。



水母

现在要回到我们的问题：“动物发源于哪里？”我们必须这样回答：它是发源于大海中，或沿岸浅水中的海藻堆里。据我们观察所知，最初成功的第一种生物是大海生物，半像植物半像动物，能用振动的鞭毛游水，能吃空气、水和盐类。再后来，海藻类已经在浅水底滋生得很繁盛，又出了一派生物，即最初的动物，吃细微的植物和微小的动物碎屑。现在大海里还有许多鞭毛生物，或称鞭毛藻，它似乎至今还介于植物界和动物界之间。

如果第一类真正的动物是在近岸光线充足的浅水海藻之间发源的话，那么它的第一项事业便是扩张它的版图，因为沿岸区分为若干地段，而每带依次被动物探索过且占据了，所以有些动物在倾斜岸最低处的红色海藻里繁殖，有些在褐色海藻（例如昆布和海带）里滋生，有些喜欢极多的光线，就住在岸边水潭中的绿海藻（例如海白菜）堆里。其实各种海藻都有叶绿素，可以利用日光，不过这种叶绿素常为别的色素所遮掩，而呈褐色和红色。海岸上最大胆的动物敢在高低潮痕中间的地段活动，当潮低落时，只有性耐干旱的动物能繁盛，例如我们现在看见的峨螺、藤壶等。

许多海岸动物是固定的，像海绵、植虫、海葵等，另一部分则是会游泳的，所以渐渐就离开海岸变为海洋动物。造成这种状况的原因有两个：一是许多漂流的食物容易漂到海外去；二是大海中比较安静些。

此外，还有一个理由使大海里的生物逐渐增加。许多海岸动物幼时常能自行游泳，或被冲到海里去，岸边的海潮和波浪给它造成种种艰难辛苦，生活到外海去比较容易，所以滨蟹、藤壶、海盘车海星和海胆等，幼时都在海中生活，直到长大强健以后，才回到沿岸来。有时这些幼年动物（它们在科学上叫海面幼虫）停留在外海，能适应新环境，而变成一种新动物。当然这不是一时能发现的，必须经过长时期才能成功。大海里有些动物（永久的幼体）看起来略像没有长成的小孩，例如腰轮虫很像一种海栖蠕虫的担轮幼虫。

我们再举一个稍稍不同的例子。岸边像植物的植虫（或拟螅体）在夏季里靠发芽而生出美丽的游泳钟（或拟水母），在水面漂泊着。它振动钟形的身体而游泳，其体质同水几乎一样透明。有时它的嘴垂

下，像风铃中的舌。许多游泳钟不比黑醋栗大，有的大若胡桃，或更大些。它的触手上有善螫的细胞，这是用来刺麻并捉牢小动物以便供其食用的。

这些游泳钟生卵和精子，卵受了精后，就发育而成自由游泳的胚。到后来，这些细小的胚安顿在近岸水里的石、贝壳和海藻上。靠继续出芽几百次，长成所谓植虫的群落。这个故事是很繁复的，但也是很有趣的。

植虫发芽而长出游泳钟受精卵，发育成为自由游泳的胚安顿下来，出芽而长成为植虫。这就叫世代交迭，与苔和羊齿的生活史中有奇特的相似处。但是现在要讲的，乃是大海里有许多像游泳钟的动物，和植虫无关。这些或者是从拟水母来的，它取消了安静不动的植虫的一时期，而与岸地分离。有复杂生命史的动物常倾向于延长这一期，而缩短另一期。光线明照的浅水到了尽头，就是海藻也到了尽头，从那里起，海底渐渐地或突然地倾斜，直到深渊里去。在中间有一条“泥线”，这里是岸上的细微的沉淀物聚集的终点。此类沉淀物的一部分是碎石屑，一部分是死的或活的海藻和海藻动物的小粒。在这里有大群的动物聚集着，例如蠕虫和双壳贝，海蛇尾和海参。它们多是所谓的软嘴动物，靠进食微小生物或碎屑为生。和它们相反，有所谓硬嘴动物，例如蟹和乌贼等，有坚强的颚，宜于吃粗硬的食物。



海葵

因为岸边的碎屑逐渐下沉，有些岸上的动物也跟着下去，最后它也能生活在黑暗冰冷的深海里。我们相信这就是深海动物的起源，因为深海动物和靠近岸边浅水的动物常常有密切的关系。有时地壳一部分陷下，岸地一段也渐渐沉入水里，这或许是深海动物的另一起源。但我们必须注意，今日生存于海洋深渊的动物只有少数可以称为很古老或最原始的。

普通的鲽会到离海十几英里的河水里去，这是很有趣的。因为鲽的同类如箬鳎和斑鲽是生活在咸水里的，并且鲽最初也是海里的鱼，它正在学怎样在淡水里生活，但当它产子时，它仍要入海，而幼年时代也必须在海里生活的。无论如何，鲽的小史总可以表现出淡水里的殖民可以怎样起始。假如一种鱼，能像鲽一样尝试，积久学会在淡水里产子并发育，那么又可帮助我们解决这个问题的其余一部分：“在淡水里怎样扩展领域？”我们所假设的并不是谎言，因为有几种鱼在海水和淡水里都能生活的。例如三棘在池塘和河流里筑巢，然而也会到近海岸的咸水潴，甚至直接到海里去。此外，还有其他鱼，如鲱鱼、海鳟，也可以往来于大海和河流之间，这也是淡水中殖民的一种途径。

有时候因海平面的改变，海湾会成为一个内陆湖，里面的水接受流进的淡水，而有些盐质又被水中植物摄去，会慢慢变淡。在坦噶尼喀湖内，有一种美丽的水蜗牛，名叫Typhobia horei，它的近亲就是住在海里的。这个例子可以证明，目前有些淡水动物，说不定以前是生活于海中的，或者它另有祖宗原先住在海中。最有趣的是亚洲极大的贝加尔湖离开海洋极远，湖里却有海豹。海豹当然是海栖哺乳动物，并非淡水哺乳动物，现在它居然住在淡水湖里，就是因为这个湖从前是海的一部分，或是和海相连的。



在印度洋极东，爪哇岛以南200英里，有一个小岛叫圣诞岛。据说从前为鸟类常居之处，因为现在有极厚的磷酸盐层，可以做极好的肥料，这或许是鸟类遗下的粪，经年累月堆积而成的。海洋学鼻祖之一，已故的穆雷爵士组织远征队，于1873—1876年乘挑战号船发现了此岛资源。英政府出售磷酸盐所得的收入，除付远征队的开支外，尚有余利。岛里成为岩石的鸟粪，用舟载到农业国里去化成壳类和其他植物的肥料。我们专讲圣诞岛，因为这里是一种特殊动物——椰子蟹的家乡。此蟹是从水里侵入陆地的动物之一，所以它很有趣。它的身体颇大，有的可以1英尺长，6英寸宽。它与寄居蟹之关系，比与寻常蟹要深。这蟹原来的确是海栖动物，因为它具有冒险性，常常离开海岸，深入内地，爬上椰子树，偷食其果。它先撕去椰子外层紧密的纤维，用其巨螯敲击椰壳凹陷处，敲出一小孔，再伸较狭的腿进去，掏出甘美的椰汁。椰子蟹因为喜欢到房屋或工厂内偷东西而得名。有时它竟可以背负一个空的贮肉铁罐，遮盖着它的尾部逃走!

龙虾、鱼等水中动物大都用鳃呼吸。鳃是羽状的突出部，里面分布的血液吸收周围水内的氧。鳃状似带毛的羽，或似犬牙交错的海岸线，这样便会有很大的面积。当水冲洗时，氧容易透进，没用的二氧化碳也容易排出，本来呼吸作用就是吸取氧并排除二氧化碳。不过现在有一个问题：为什么海栖动物好用鳃在陆地上呼吸干燥空气呢？大多数陆栖动物用肺呼吸，或用体内像肺的空囊，囊壁内布满了血液。椰子蟹仍有鳃的几部分的痕迹，但是鳃室的壁上有许多细嫩的突出物，内中含有血液，又能吸收干空气。

一年一度，这种蟹会离开住所，到海边去产卵，它的卵散于海中。幼蟹先能游泳，其后常在岸上爬行，等身体强壮以后，就到陆地去探险，那时父蟹和母蟹却早已回到椰子树间的家里去了。



椰子树并不是圣诞岛的土产，也不是东方海岛的土产。大约有椰子偶然借着海潮漂流而去，随后就长稳了。所以此蟹必是比较新近才学会爬上椰子树，并敲碎果壳的。

我们拿椰子蟹来做一个例子，证明有些动物能离开海面而侵入陆地。世界各处还有许多其他陆蟹都必须回到水里去传代。

你试着翻转不生根的石子，或撕开开始腐烂的断树的皮，就看见短肥的木虱跑来跑去。你还能寻找出它的壳——已死的壳（角质层），这是木虱脱落下来的，因为脱下才能长大。若是你拿起这个壳，你就可以看出这就像木虱的像。这是从全身的外面脱下，有些像蛇蜕，还显出各肢的壳。若从此壳或死木虱身上，试着数它的肢数，并用一对有柄针在黑纸上一对一对地分拨出来，你第一次一定不会数得正确！等你数对了，应得19对。这是很有趣味的，因为龙虾、小虾、斑节虾差不多都有19对。木虱和这些动物的肢数一样。这是许多证据之一，可以证明它虽是陆地动物，却是从海栖等脚甲壳动物（专名叫等足目）演化而来的。在高低潮痕间常见有几种踪迹，好像才起首步入木虱旧日冒险事业的后尘。

但是当我们更进一步去研究这件事实时，可以发现有些等足目是生活在淡水中的，所以我们相信大概陆上的木虱从淡水等足目演化而来，而淡水等足目又由它的海边的祖先演化而来。据此，我们可以说，最纯粹的陆栖动物中的蚯蚓（吃土、钻土）是从淡水蠕虫演化出来的。最有趣的是有几种蚯蚓，例如阿尔玛和第洛在近头的一端有鳃状的小突块。

自古以来，有过三类动物侵入陆地，每次都有很重要的结果：（1）蠕虫侵入，演变成今日的蚯蚓，造成壤土和肥土。（2）蜈蚣、马陆、昆虫、蜘蛛侵入。这些都是节足的呼吸空气的动物，最大的结果就是使花和采花的昆虫发生了关系。（3）两栖动物侵入，大概自淡水鱼开始。古代两栖动物可以说是一足在水里，一足在岸上。从其中出了爬虫，完全离开水，除非改变方针再回去。从爬虫里又演出鸟和哺乳动物，所以第三次侵略有伟大的结果，就是高等动物崛起，去冒险。

此外还有不重要的陆地侵略者，其领导动物就像木虱和椰子蟹、某几种水蜗牛（陆蜗牛和无壳的蛞蝓的祖宗）。不过最紧要的是蠕虫侵略、昆虫侵略和两栖纲侵略，因为它们都创造了历史。

陆地是动物各种特质的试验场，因为在地上活动不如在海中自由，各种动作必须敏捷，否则就要借助于隐匿和保护色。地上冬夏和日夜的变迁比海里厉害得多，非得有自己的保护策略不可，又有曝晒、尘埋、风沙等危险，所以陆地动物备有各种方法以防卫。有些动物刚上陆又想要回海。蚯蚓掘穴而居，雨蛙爬上树木，蛞蝓则昼伏夜出。

最厉害最重大的变化乃是动物征服天空。在动物史上，有过四次侵入空间的大举动：（1）昆虫侵略——演变成现在的蜻蜓、双翅目小昆虫、蝴蝶和蜜蜂；（2）飞龙或翼龙侵入空中，这种侵略仅在短时间内取得成功。它们中较小的像雀一样，大的张翼宽达15英尺，不久即灭绝；（3）鸟纲侵犯空间，它们是获得最大胜利的；（4）哺乳动物中的蝙蝠侵入天空。

生物的进步

在数百万年以前，植物已经散布在海陆，差不多在每一个人类可以居住的地方都立住了脚跟，除了海洋下黑暗深渊里没有植物可以生长。这种海陆扩张事业，即使是当生命显然没有进到更美满更自由的地位时，也能发生的。照人类说起来，在远古的时候，文化没有发达以前，原始人已经分布在海陆各处了。动物和人类未大踏步前进时，已经用了许多岁月来占据地球。我们已经描写过世界舞台上几幕变化，现在让我们想想男女演员的变化吧。

在《天方夜谭》和相类的故事里面，我们读到一个魔鬼转瞬间能变形，一只鸟一霎间就能变成蛇，再变而成蝇，三变而成谷粒的故事，这是怎样神奇的事情啊！地球上生物出世以来，已经有数千百万年了，形体也不停地改变，不过与魔鬼不同之处，就是变化得非常缓慢，不像幻术那样神奇突兀。动物个体或植物个体也不能大大地改变——除非迁移到新环境后能如此——不过像父母和子女间，兄和弟间互相有些差异罢了。现在我们就可以看出这些变异来：在牛或者猫的种族里，发现一只没有角的犊或一只没有尾的小猫，或是山鸟孵出一

只白山鸟，或白绵羊生出一只黑绵羊，或一颗铜色叶的山毛榉忽然出现，或垂柳忽生，或长鬃委地的奇马，或有尾羽多于平常两倍的鸽子，或裂叶的大白屈菜，或无毛的中国冠毛犬，或多一歧趾的豚鼠等突然出现。有些动物和植物变化大些；有些变一些时候，以后又不大变；可是一代一代传下来，新变异总有发现。这种新变迁名曰变异和突变。在生存竞争中，具有这些变异的个体就入选，而适于生存的就成功，不怎么适宜的就逐渐被淘汰，越来越少，或者竟然绝种了。庞尼特教授曾经统计过：假如在1000只动物中，忽然有10%起了相似的变化，而这些占5%优势，这样传到一百代后，所有动物都成了从前所谓新变种那样了！

我们在赛犬会上会看到许多变种犬。按照英文名称字母排列，有艾尔谷犬、寻血猎犬、牧羊犬、腊肠犬、爱斯基摩犬、猎狐梗、灵缇，等等，差不多每个字母下都有一种。它们都是狼和胡狼的后裔。变种时时发生，这是很神秘的。人类就挑出最爱的分开来，和同样的变种相配，就养出许多变种家犬。既然人们经历短时间就能做到，自然界经历极长的时间还做不到吗？生存竞争就代替了人类计划，像挑选、修整、接枝、择种、刈芟等手续，一方是自动，一方是人力所为。

我们到赛鸽会去，就看见扇尾鸽、凸胸鸽、翻飞鸽、毛领鸽、信鸽、快马鸽和许多别的变种，都是从野鸽传下来的。这种鸟仍住在苏格兰和别处海岸的穴里。人们挑选偶然出现的新品种来交配，就养出以上各变种。人类能在短时间内造出这么多品种，那么大自然自从侏罗纪刚开始有鸟起，经过千百万年的长时期，做出的事情当然更可观了！

我们再看不同的苹果变种，都是前人利用道旁的山楂树的善变性而栽植出来的。还有甘蓝菜的各种变种——如花椰菜、西兰花、抱子甘蓝、绿卷心菜等——都是从海岸野生的海甘蓝培育出来的。我们看了这些就会有同样的感想吧。

在古代，旧地壳各处隆起或下陷，成为大陆、海洋、高原和低地。地壳凸出后就会经历风化作用，而泥、沙和砾迁移到别处，受压力渐渐变硬，成为泥板岩、砂岩和砾岩，所以地面是由旧岩石一层一层重新堆积而成的，最古老的常在最下层，然而有时显出奇特的倾斜或其他杂乱的组织。古代海底和湖底堆积而成的岩石中，常有动物和

植物的遗迹。从这些化石里，我们可以知道以往生物的最可靠的历史信息。这岩石的记载像一所图书馆。最老的书在书架最下层，稍新的书在稍高的一层，那最近所放置的书则在最高层。但是不幸书架损坏极多，并有毁于火灾的，那些书籍亦有遗失，所以各部都不大全，不过大体上我们仍可看出过去年代中文化的变更。

岩石里的化石也就是这样一个图书馆。它们虽不会说谎，但要我们细心去研究，这些化石很明显地告诉我们：千百万年以前，动物都是没有脊椎的，如海绵、珊瑚、蠕虫、海百合、三叶虫和海豆芽。后来鱼类出现了，起初是软骨的，后来是硬骨的。再过了很久，到了前石炭纪，开始有两栖动物出现。这时脊椎动物已能在陆地上立足，但还没有比两栖纲再高的动物。那些两栖动物是现在的蛙和蟾蜍的远亲。在石炭世，两栖纲曾有过它的黄金时代。那时沼泽中石松和木贼崩溃下来，堆积而成大煤层。再后的一纪（二叠纪）便开始有爬虫出现。有些古时的爬虫早已绝种，但未绝之前，就传下了后来的鸟和哺乳动物。

这就是生物演进的意义。一个时代一个时代下去，动物越演越精致，越来越能自主，动物的行为越来越自由，智力越来越敏捷，仁爱越来越深厚。在过去的时光里，生物慢慢地向上进行，有时突然跃进，直至最后人类出现。

凡适合于动物的理论也必适合于植物。一直过了很久，植物只有海藻和霉菌（藻和菌类），后来植物便占据了旱地。在一个时期（化石很少留下）繁生着简单植物，有点像今天的地钱和苔等，再过许久，地上植物大多数像羊齿一类——包含许多种羊齿和桫椤、木贼和石松。最后在羊齿类之间，生出最初的种子植物，之后更演变出真显花植物。这些终于占据了现在的植物的大半。这是一篇长而且难叙的故事，但现在只要认清，植物界里也和动物界里一般，也有过长期的转变过程，大体上是越变越精致，越美丽。但是我们不知道高等动物所分明具有的心灵，是否也会在植物中活动过。

斯蒂芬孙最初发明火车，有一辆叫“蒸汽小火车”，这种机车极不完美！如果碰着了一头牛，还不知道谁要撞倒谁。这“蒸汽小火车”和现在的精良机关车比较就有天壤之别了。有两个最大不同之点：（1）现代的机车比“蒸汽小火车”复杂10倍，像鸟就比蚯蚓复杂得多；（2）现代

机车易于控制得多，全部机关极其协调。鸟和蚯蚓不同之处也是这样。这就是高等动物的特点。

前面所讲的也可以用来解释动物的两种演化：（1）动物（器官功能）的演化渐渐变为更加复杂，分工也更加细化；（2）它们同时却又变得较易于调制，较为统一，较为整合。这是由于身体有了神经系统，而各部位又紧紧互相连贯，血液能周行全身，又有化学性质的使者，即“激素”对于和谐生活的调整有很大的功劳。

动物生命进化有一个要素，就是调整它的身体构造和机能，以便更适应于特别功用或所处的环境。试举非洲一种食卵蛇属的蛇为例子——它常常偷地穴里的卵为食，它没有好牙齿，数量也不多，但是能在口内咬住卵。若是卵壳在那时被咬破了，就损失不少养料。它能把下颚的右边伸前，紧紧地把卵咬在左边，然后用右边咬住卵，而伸展左边，这样将卵移动至口腔的后部。等卵落到多肌肉的吞咽部分（一切动物的咽）里，再整个不破地送下食道。这是很奇特的、不可思议的。它的食道的顶部竟生出带珐琅质的尖的牙齿，当卵下去时，卵壳恰恰被戳破，没有一点东西流出口外。破了的卵壳之后从嘴里吐出，这蛇常常送回已空的蛋壳！这是多少种适应性突变联在一起啊——有固持东西用的牙齿，有两边会分动的颚，有死咬不放的口腔部分，有弹性的食道，有食道牙齿。这只是全部动物界均需要适合于环境的例子中特别明显的一个而已，植物界亦然。但是我们不得不想想，食道上怎样能生牙齿呢？原来这许多都是向下伸长而尖锐的突出物，自颈部脊骨的下面长出。脊椎动物常有这样的突出物，只有这种蛇长得长而锐利，以便适合于它的特别习性。这就是大自然的奇妙。

动物界里另一个大进步，无疑是倾向于感情、意志、理解等内心生活，即所称心灵，这使生活比较丰富，比较自由。我们已知道，蚂蚁或蜜蜂的心与猴或鸟的心不同，但也有相同之点——享乐、进取。生命上升的重大事实就是内心愈变愈重要。生命征服了物质，而心又指挥着生命。演化论的故事中不少是讲心怎样增加自由的故事。变形虫里只有些闪光，珊瑚只有些梦，蚁有些微光，逐步演进而成白昼。

总而言之，生物很早便布满海陆，不留一点空隙。它们经历很长的时间后，变得更复杂，越变越适合于环境。而在动物界里，生命则变得更丰满，更自由，因为有了心智的进化。

演化的成因

有机演化就是一种生成的过程。现在的动物区系和植物区系是由大体较简单些的先前的动物区系和植物区系衍化来的。我们可再向前找寻它的根源，但回溯到生物的原始时代，就很模糊了。巴特勒氏用音乐来譬喻生物的演化。音乐里的主题和反主题既已披露以后就再没有什么新奇，可是件件又都不陈旧。生物演化是段拖长的走法，其中主题和反主题可以说是饥饿和恋爱。目前天然的生物是渐渐从种族的变化而来，这就是演化概念所作的概括。然而，自一时代到一时代的进化（有时是退化）中的工作成因却不能这样阐明，这是演化原因论上的问题。现在演化原因理论还很幼稚。干练的博物学家们全都承认演化这一事实，但对于演化的成因，却不明了，仍不确定或全然不知。但是有些人一半因为头脑不清，一半由于学识上的不忠实，把专家自己承认对于演化成因不予论断一事，曲解成对于演化这一概括观念，专家犹豫不决。干练的博物学家断不至于这样犹豫。

我们可以对于有机演化另加以定义吗？这是很艰难的。我们暂且描述如下：有机演化就是种族变化的天然方法，向一定的方向进行，或不同的部分向几个确定的方向进行，经过一段时期，就有新的形体产生，出现新的变异，渐渐稳定而繁茂，与其祖先同时并进，或取而代之。“有机演化”须与“发育”区别清楚，因为发育是指个体的生成，例如一只松鼠或一株山毛榉从卵细胞长出。有机演化又不同于人类历史，因为人类知道过去，能操纵将来，又能计算身体以外社会遗产上的演化成绩，这都非别的动物所能做的。太阳系的形成也应该改叫别名，像“起源”一词或可适用。地球和其他行星从太阳上分离出来，和有机演化里的淘汰过程完全不同。星云里原有的“物质和能量”（须连成一体而论）经分化而变成太阳系，其中是没有选择的。在有机演化里，许多种加入竞争的生物到后来灭绝了，并非所有演化结果都有希望生存。

无机世界里与有机演化最相似的就是放射变化，像铀经过许多变化，就成氦和铅的一式，这种质变有点像物种的变化。然而现在知道的物理和化学的钟的发条都渐渐地松弛，只有有机的钟的发条仍旧能自行卷紧。前进的演化（例如从马和象的家系上所见），比后退的演化（如对寄生生活或安静株守生活的适应）更多，而且更突显生物的特色。现代化学家所发明创造的综合很像生活演化的综合。我们可以

拿这些成绩来比作孟德尔派配种家或培种家所造出的混合种。离开人类的无生物里有无综合过程在进行中，现在很难研究。生物界里的演化却兼程前进，新的变异很是普通，盲螈仍旧踊跃，生命仍向上发展。

当我们想象到数万年有机演化史里的宏壮过程，我们不得不大为感动。在这个过程中产生了许多种不同的生命，现存共有25万多种各不相仿的动物。自古至今，从海洋到陆地，从地面到空中，无一处不充满着生命，各种不同的生物占据着四面八方，这是值得惊叹的。它能因环境而发生极细微的变迁，以期愈加适合而能生存，这也是一件惊人的事，在长时间里，生命向上进行，而智力继续发展，这是尤其重要的事实。

生命的中心秘密就是新样子的起源，譬如音乐家或画家的中心秘密是创造。有一种很可爱的鸟叫作“流苏鹬”，很少有两只雄的是同样的，因此名为“善变性”。每一只流苏鹬就是它自己，和其他不同。就是儿童也是如此。我们常说“酷似父亲”或“活像他的母亲”等，但在生物界里，实在并非如此！小孩的外貌或有像父母之处，唯有许多异点便不为人注意。骄傲的父母说得很对，因为世界上没有另外一个孩子恰像他们自己的孩子。也许他们的小孩并不特别强健、聪慧、好看，然而除了同样的孪生儿外，他总是单独无双的，一家人往往会相差得很远，这就叫“善变性”。

我们已经说过赛鸽会内有扇尾鸽、凸胸鸽、毛领鸽、快马鸽、信鸽、翻飞鸽和许多别的变种。从野鸽一种就变化出各变种家鸽来。这种野鸽至今在英国很多海崖上还很多。同样地，像交趾鸡、杜金鸡、汉堡鸡、安达卢西亚鸡、怀恩多特鸡、乌当鸡、丝羽乌骨鸡、爪哇鸡（即矮脚鸡），都自原鸡演变而来。在印度森林里，目前还有很多原鸡。我们试看自16世纪以后，金丝雀出了多少种族，甘蔗、苹果和小麦添了多少变种，又该怎样解说呢？像家犬和家马的系统内，虽然杂有野种血统，可是我们看到生物如此善变，仍不免惊讶失措。

人类豢养家畜，又栽培植物，因用人力可以保障随时出现的新变种，否则任其自然，这个变种将急速地消亡。然而自然界里也不是没有变化的，重大的事实即高尔顿爵士所说的“生物的变动”。无疑，有数种生物长久保持着不变，例如魟鱼，数百万年后好像仍是一样。可是在大多数生物种里，从某一种的许多个体里总常有新奇的变种被发现。岸边搁浅的水母、杜鹃所产各色的卵、树懒的脊椎、猿的牙齿、犬峨螺的壳、马铃薯甲虫的斑纹、荠的形状或三色堇的颜色，这许多都可以证明野生生物也像家畜和农作物一样有变异。但是自然界不像人类那样有包容性，许多尝试者方生方死。一只鸽的嘴太短，不能破卵壳而出，就不能在自然界里生存了。我们所饲养的变种犬，有许多如果在自然环境里，便要很快灭绝。

同种生物彼此间所显出的差异点，不尽有同等的演化研究价值，有些只是因为环境、食物、习惯不同，而只是稍稍改变所生的痕迹罢了，有些却因生殖细胞的神秘内容发生变化，而表现出来。前者的变化能否遗传，我们不敢肯定。至于后一类，的确能供给演化研究的原料。我们应当重视后者。用科学语气说，从“观测值差”的总数里，减去按理所能承认的“偶然变化”，留下来的只有“变异”。这些就造就了有效的新变种。

我们参观一位研究鳞翅目昆虫变种的专家所搜集的标本。我们如要看醋栗蛾一类，他就微笑并给我们三个抽屉看，里面有许多不同的变种标本，其余还有不少的例子也如此。总之，还是流苏鹬那句旧话。不过我们或者要对搜集家所藏的“变种”标本存疑，有些只是暂时的偶然变化，恰似营养不足的小孩面带苍白而已，这些对于演化方面并无多大价值。

假如有一大卷电影胶片，能够演出生物的演化史，以各个地质时期和各段生物年代为事例，自上午9点起以匀速播出，一刻不停地连播一天，那么人类要到午夜前数分钟才会露面！在各种生物中，只有人类知道有这出漫长的戏剧，可是连我们自己也未能参透这出大戏中的角色安排。

虽然博物学家对于有机演化的成因至今并不清楚，哲学家又不能去解释演化的用意，真正去发现些什么，可是远古以来，的确接连取得了许多成绩。这件事无可否认，毁灭、退化、恶化、寄生、死路都曾经有过。但从全局看来，有机演化到底是前进的，一代代过去，常有更高级、更精良的生物出现，例如感情、知觉和控制力的增加，即心灵逐渐发展。心灵的演化到了最高级的人类便表现得最显明，人的理解力、仁慈心和控制力都在进化，这样的演化现在仍在进行中。



尖叫的数学

令人惊叹的数学之美

Quando I Numeri Hanno Spiegato Il Mondo

ISTANTI FATALI

[意] 翁贝托·博塔兹尼——著 余婷婷——译

数学是抽象的，历史是真实的，
在虚实之间，人类的故事就此开展。

国际知名数学史专家，国际杂志《数学史》前主编
中国科学院自然科学史研究所访问教授
数学史领域列昂·艾伯特·怀特曼纪念奖、毕达哥拉斯奖获得者

翁贝托·博塔兹尼 重磅作品

从数学的角度看世界，发现不一样的逻辑和处世哲学

湖南科学技术出版社

版权信息

书名：尖叫的数学：令人惊叹的数学之美
作者：【意】翁贝托·博塔兹尼
译者：余婷婷
出版社：湖南科学技术出版社
出版时间：2021-10-01
ISBN：9787571011703

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

前言 它们在数百年的黑暗中闪耀，用数学照亮了人类的历程
第一章 计算时间和……物件
刻痕与结绳
数字的发明
自然数
第二章 表示虚无的数字0
虚无的悖论
虚无的空间
零变成了一个数字
0和1，一切数字的渊源
第三章 发现无理数
法老的挑战
是谁提出了毕达哥拉斯定理？
一桩逻辑上的丑闻
奇妙的五角星和黄金比例
第四章 正方形与圆形
圣殿里的水盆与书写员的田地
测量大气……和月亮
刻苦钻研的古代“割圆者”
测量圆形的阿基米德
探索“真正”的化圆为方
π的本质
第五章 虚数
一个关于秘密与背叛的故事
把方程式变成诗
负数的平方根
计算虚数
第六章 非欧几何的世界
不止于三维

“真正”的空间几何
“想象”几何
弯曲空间
后记 数学的本质就在于它的自由

献给切蒂，

为着一些宿命般的理由，

恰如本书中的诸多时刻。

前言

它们在数百年的黑暗中闪耀，用数学照亮了人类的历程

世上存在先后。人类的事件更迭总是有先有后，事物和历史的本质亦是如此。先与后被一瞬间划分——一个影响了数十年，甚至数百年的决定性瞬间。

大自然以一种不可预知的方式运转着，然后会在某些时刻猝不及防地出击，且往往是惨痛的一击，在人类历史上留下印记。正如公元79年8月24日的那个时刻，电闪雷鸣之下，维苏威火山低沉的隆隆声不断从地底传来，宣告着一场毁灭性的火山喷发，即将抹平庞贝城所有的生命迹象。从废墟遗址中可以看出，庞贝先前是一座交通、贸易发达的充满活力的城市，后来却永远被埋葬在灰烬之中。

“一开始，人们听到地下深处传来一阵轰隆声，如雷声一般。紧接着，一阵剧烈的震动撼动了大半个城市。在恐怖的六分钟之内，六万人丧失了生命。起初，海水退去，携卷着停泊在海上的大船小舟，堤道和海滨露出了水面。接着，它涨了回来，伴随着隆隆巨响，掀起了比往常高出十五米的巨浪。”这段话讲述的并不是庞贝城的故事，而是出自一位地质学家写的专栏，讲述了1755年11月1日里斯本大地震来临的时刻。当时，一股积蓄了千年之久的巨大能量在短短一瞬迸发，造成了骇人听闻的后果。我们很清楚，这样的灾难仍会重现。在伏尔泰的小说《老实人》中，坚持莱布尼茨[1]式乐观主义的邦葛罗斯[2]安慰幸存者们时，说：“如果没有这场灾难，事物就无法继续进行了。因为一切都是最好的安排。”无论多么悲惨，在一位法国启蒙思想家的笔下，这个自然事件变成了人间喜剧中一个滑稽可笑的意外。

歌德把历史称作“上帝的神秘作坊”。在这个“作坊”里，堆积着对人类来说无关紧要的小事。只在极少时候，它们才会被某些时刻照亮，

斯蒂芬·茨威格称之为“高光时刻”[3]。这些时刻“充斥着潜在的悲剧与厄运，在某一天、某一个小时，甚至常常是在一分钟内降临，无可避免”，改变的不仅仅是个人，还往往是一个民族，甚至所有民族的命运。

公元前44年的恺撒遇刺事件，当布鲁图和卡西乌将匕首刺入恺撒的身体，改变世界命运的那一刻，有了先前与后来。正如不幸的1453年5月29日也划分出了一个先前与后来。那一天，拜占庭帝国灭亡，年轻的土耳其苏丹穆罕默德[4]在圣索菲亚大教堂庆祝胜利。大约一千年以前，罗马城遭到了汪达尔人的洗劫，如今，这座象征基督教信仰的城市——君士坦丁堡也被劫掠一空。1815年的6月18日，拿破仑遭遇滑铁卢的宿命时刻。还有纳粹德国在1939年9月1日入侵波兰国土的时刻，以及侵略欧洲和全世界的时刻。

每一个“宿命时刻”，都是一个个事件串联的结果。一连串的事件被紧密地编织在一起，经过漫长的发展，事件一个接着一个，然后突然成熟。历史这个“神秘作坊”不只生产武器和战争。其中一些“宿命时刻”如繁星般“熠熠生辉、永不熄灭”，用艺术的光照亮“人性的脆弱”。茨威格说：“当艺术的领域诞生一位天才的时候，他将会颠覆时代。当这样一个历史时刻来临时，他的出现将会影响之后的数十年、数个世纪。”

在这本书中所提到的宿命时刻，都发生在最遥远的时空里。它们在数百年的黑暗中闪耀着，用数学照亮了人类的历程。一个不知名的誊写人，在数千年前的一个宿命时刻，冒出了一个天才的想法——用同一个抽象符号表示相同数量的动物或东西。伯特兰·罗素说，两只山鸡和两天都是数字2的例子[5]。印度、中国、东南亚地区和中美洲的人民，都陆续迎来那些宿命时刻：在他们的头脑中，一个非凡的想法成形了，即用一个特殊的符号表示虚无，这个符号后来成了一个数字。一个又一个世纪流逝，千千万万个人来到这世上又离去，才等到这些时刻的来临。

在那些颠覆时代的宿命时刻中扮演重要角色的人物，如毕达哥拉斯[6]，带有强烈的传奇色彩。他们埋头钻研不可能的问题，比如化圆为方[7]。他们将自己的才智倾注于探索数学的奥秘，创造了思维中的世界，并在其中找到了可以真实描述现代“宇宙工厂”的表达方式。不

必借助幻想去解释这些宿命时刻的诞生，因为，正如茨威格所说，在那些超凡时刻，“历史不需要任何帮助”。

注释：

[1]莱布尼茨（Gottfried Wilhelm Leibniz，1646—1716），德国自然科学家、哲学家、数学家，同牛顿并称为微积分的创始人。——编者注

[2]《老实人》中家庭教师一角。——编者注

[3]出自《人类群星闪耀时》一书。——编者注

[4]这里指穆罕默德二世。——编者注

[5]伯特兰·罗素：当人们发现一对雏鸡和两天之间有某种共同的东西（数字2）时，数学就诞生了。——编者注

[6]毕达哥拉斯（Pythagoras，前580至前570之间—约前500），古希腊数学家、哲学家。他是西方最早提出勾股定理的人。——编者注

[7]化圆为方是古希腊所谓的几何三大问题之一，即：求一正方形，其面积等于一给定圆的面积。——编者注



在这里，你们会看到鲁滨孙如何在荒岛上计算时间的流逝，你们会知道两个世纪前的英国议会大火发生的原因，你们会见证一个新“普罗米修斯”创造人类最杰出发明的宿命时刻，最终，你们会知晓什么是数字。

第一章

计算时间和……物件

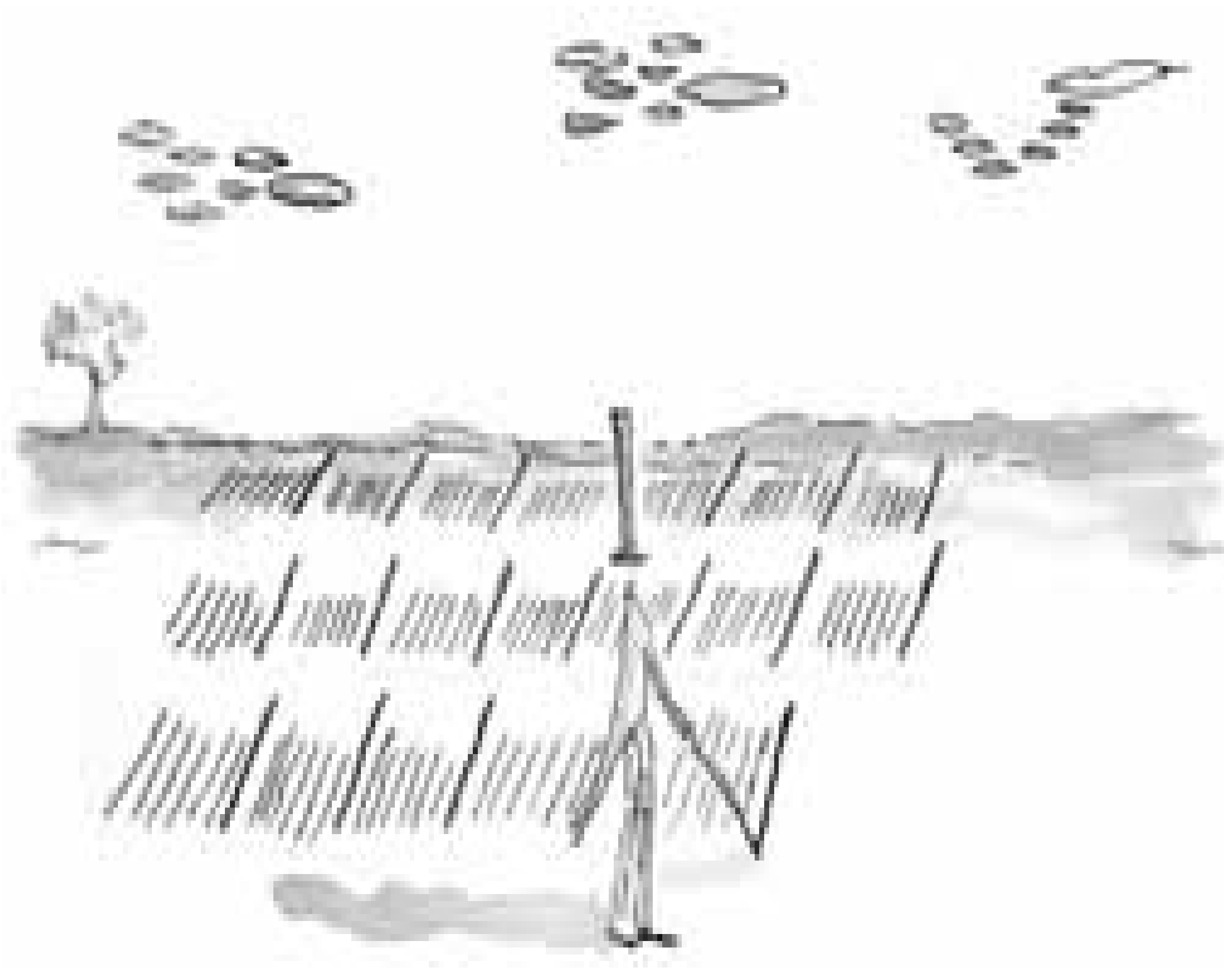
刻痕与结绳＞＞

有人听说过鲁滨孙吗？他是丹尼尔·笛福写的一部小说《鲁滨孙漂流记》里的英雄。去年（2019年）是这部小说诞生300周年。你们还记得它讲了什么故事吗？鲁滨孙年少时离开了自己出生的城市约克，在非洲海岸经历了数次惊险的冒险。之后，海员鲁滨孙在巴西定居，成了一个甘蔗种植园主，将种植园经营得顺风顺水。在巴西，只有少数获得西班牙国王和葡萄牙国王批准拥有奴隶专营权的商人可以进行奴隶贸易，但是他们不可以把奴隶公开贩卖给有需要的人。因此，鲁滨孙的朋友们——一群种植园主决定出资装备一条船，前往几内亚，购买大量的奴隶，偷偷地把他们运到巴西的一个海岸上卸下，然后瓜分。这帮人说服了鲁滨孙加入他们。

鲁滨孙十分不情愿出海购买奴隶。在海上航行了几周后，他们的船遭遇了一次可怕的暴风雨。船被狂风暴雨裹挟着，几天后触了礁，被撞得七零八碎，搁浅在了一座小岛附近。鲁滨孙上了岸，成了这次海难唯一的幸存者，其他船员则全部遇难。

> 在那里待了十天或是十二天之后，我突然想到，我没有纸笔和墨水，可能会忘记时间，甚至会把休息日和工作日弄混。为了避免这种情况，我把一个树干做成十字架的样子，竖在了自己第一次上岸的地方，用小刀在上面刻下了：我于1659年9月30日这一天在此处上岸。我每天都会在木桩的两边刻下划痕，第七天的刻痕比前面的长一倍。到了每个月的第一天，刻痕也会比前一天的长一倍。如此一来，我有了自己的日历，或者说是一个计算着周、月、年的记录柱。

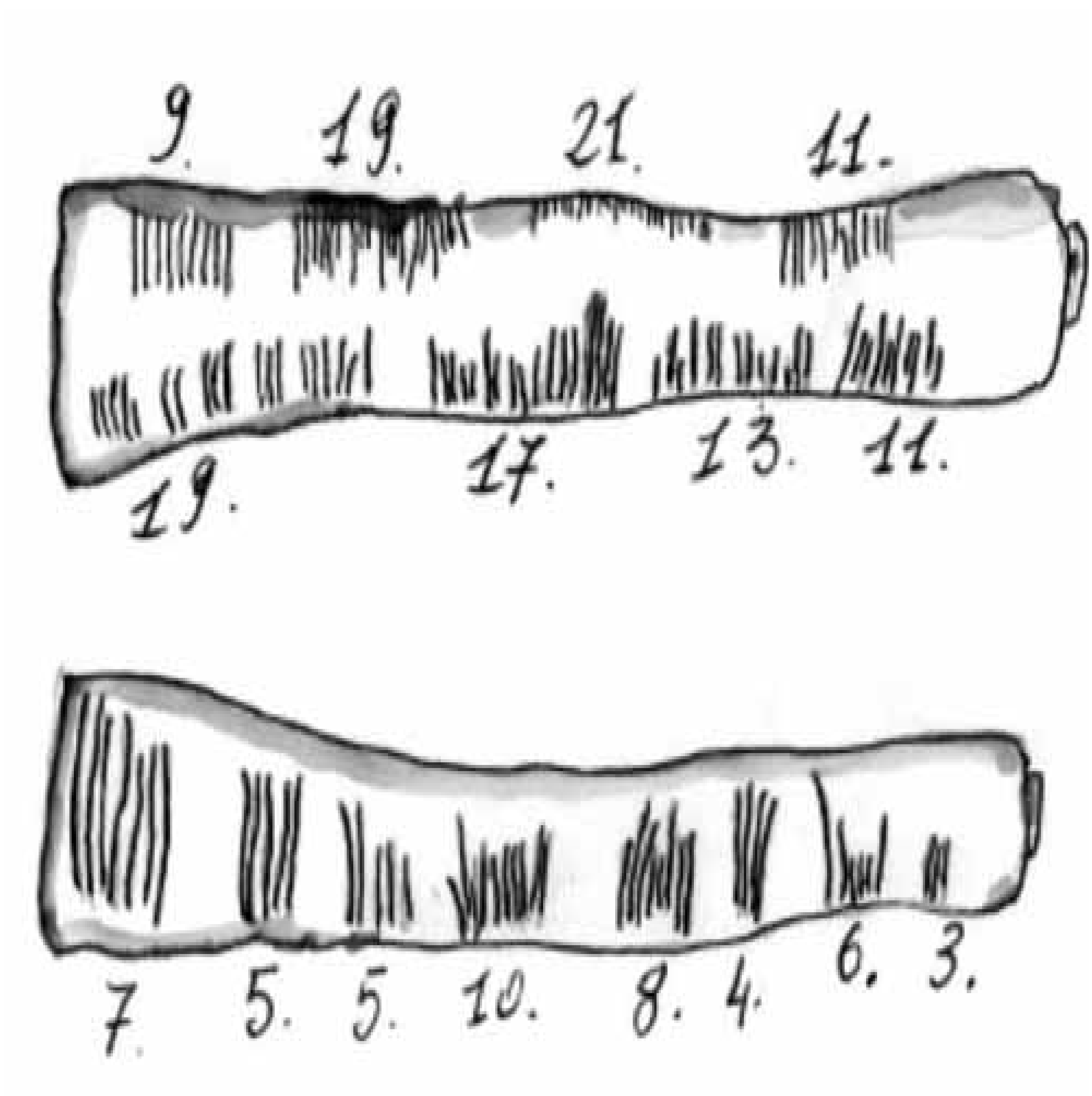
在那一刻，在那片海滩上，身处那个时代的鲁滨孙再次发现和使用了一种人类数百万年前发明的计时方法。20世纪30年代，在摩拉维亚的下维斯特尼采出土了一块属于旧石器时代的狼骨，证实了这点。这块狼骨上有55道刻痕：最开始的25道，被均分成5组，每组5道，最后一道，也就是第25道，比前面的长一倍；接下来的30道刻痕，也被平均分成了6组。刻下这些划痕的史前人类或许是想数数他羊群里的羊，以5为基础的计数极有可能是从手的手指数目获取的灵感。可是，如果你们问他，他有多少只羊，他是无法回答的。他没有数字的概念，更没有可以表达数字的话语。他大概只能给你看看他刻在狼骨上的划痕，然后说：瞧，这刻痕和我的羊一样多。当羊群从我面前经过，我照着手指头，一组一组刻下的。



普罗透斯[1]的做法与此相同。荷马在《奥德赛》中写道，普罗透斯通常会“望着所有海豹，指着它们，五只五只地数着，然后躺下睡觉，

就像羊群中的牧羊人”。鲁滨孙需要计算的可不是羊或海豹，而是周和月，因此他在计算中引用了一个重要的变体。你们也会有同感，如果一个人想要计算时间的流逝，一只手上的五根手指派不上什么用场。与下维斯特尼采的牧羊人不同，鲁滨孙生活在17世纪，他有数字的概念，也知道计算。因此，他遵循基督教历法，不是在每个第五天，而是在每个第七天都刻一条双倍长的刻痕，做出的恰恰是糅合了古巴比伦历的犹太历[2]。

位于乌干达和刚果边境的爱德华湖边上有一个地方，叫伊桑戈。下维斯特尼采的狼骨出土后，过了大约二十年，在伊桑戈附近发掘出了一块骨头，或许是狒狒的一块小腿骨，大约出现在两万年前。和下维斯特尼采的狼骨一样，伊桑戈骨上也有大量刻痕，共有三列，每列的刻痕又有不同的分组。第一列共有48道，其他两列分别有60道。关于我们的远祖智人为什么刻下这些划痕，出现了各种各样的猜想。你们也可以推测一下。比如，每列的刻痕数都是12的倍数，这只是个巧合吗？其中一列每组的刻痕数为11，13，17和19，都是10到20之间的质数，这也是偶然吗？有人猜测，如果这些刻痕数与质数没有什么更深的关系，那这也许是一种以12为基础的计量进制，就像我们钟表的计量系统一样，这个猜想正确吗?



或许，刻在勒邦博骨上的29道划痕显示的意义更明晰。勒邦博骨也是狒狒的一块小腿骨，出现在约3.7万年前，于1973年出土于南非和斯威士兰之间的勒邦博山脉。有人猜想这块骨头上的刻痕有一种仪式的含义，与月相更替周期，也就是两轮满月之间的天数有着某种联系。这种推测确实看起来有道理。当人们在法国南部阿尔卑斯山的一个洞穴里发掘到一片旧石器晚期（约1.2万年前）的骨头时，他们发现，虽然远隔千里，相隔万年，但这片骨头上也有被分组刻下的29道划痕，使人不禁联想到阴历，怎能不为之惊讶呢?

卢梭称《鲁滨孙漂流记》为“有关自然教育的最贴切之论”。无论如何，当笛福写这本小说时，他当然不可能知道这些出土文物，可他对另一种类似的计数方法却有着直接的认识。这种方法在数世纪前被引入英国，在笛福生活的年代仍在使用。

在12世纪，亨利一世规定，财务部在木棍上刻痕以核算国家财政。1855年6月27日，查尔斯·狄更斯在伦敦的行政改革协会发表了一场精彩的演讲，他毫不犹豫地称这种计数方式是“一种原始野蛮的方式”。你们可以想象，财政计算账目“就像鲁滨孙在荒岛上计算日子一样”！这种特别的计数方式是什么样的呢？将榆树枝做成的木棍纵向劈开，两边对应着刻上划痕。根据它们所要表明的数目，如1，10或者100英镑，或是先令、便士，刻痕间的宽度以及刻痕的深度有所不同。木棍短的一半留在英国银行，长的一半由借贷人保管。不管哪边增加还是抹除刻痕，都是很容易看出来的：对应的两半应该完全吻合一致。只有一边的话，不作数，也就是当时说的“半道痕（无用）”。这“半道痕”的意义一目了然，也无须多做解释了。

虽然难以置信，但这种计数制度在英国沿用了好几个世纪。随着时间流逝，狄更斯仍在坚持发声：“无数的会计、书商和保险统计员出生又死去，可官僚还在依赖那些刻了划痕的小木棍，仿佛那才是宪法的支柱；财政部还在用一些榆树枝，也就是所谓的计数棒核算收支。”

我们看到鲁滨孙在孤岛上抱怨没有纸笔，不得不用过去刻痕的办法计时。（1913年，詹姆斯·乔伊斯[3]在的里雅斯特的一场会议上，认为鲁滨孙的行为“真实地象征着英国的掠夺，预示着帝国的形成”。从海难中幸存的鲁滨孙，口袋里仅剩一把匕首、一个烟斗和一包烟草，却是“真实的英国殖民者的典型模样”。）笛福所生活的大不列颠并不缺少笔墨纸、黑板和粉笔，更不必说1760年至1820年乔治三世统治的六十年里。或许是受英国改革影响，一些富有革命精神的人开始思考，是否应该摈弃这种已经落后的中世纪时使用的方法，转而使用纸笔。可所有官僚，仅仅只是听到这样一种“大胆新颖的想法”，就起身反对，讽刺挖苦狄更斯。直到1826年，计数棒制度才最终被废除。在举行了一系列会议、签署了无数备忘录和公文之后，所有的计数棒都堆积到了威斯敏斯特宫里。

这些堆积成山的腐朽的小木棍，该怎么处理呢？狄更斯说得没错：最简单的办法，也是每一个聪明人自然而然会想到的办法，就是把它们分给居民区的穷人当作薪柴。然而，负责销毁计数棒的人没有这么做，而是打算在威斯敏斯特宫的小壁炉里烧毁它们。最终，一个离谱的主意诞生了：在上议院的一个火炉里偷偷焚毁这些可笑的小木棍，就像鲁滨孙计划偷偷把奴隶运到巴西海岸一样。只是鲁滨孙的计划埋葬在大海里，而这个荒唐的办法则葬身在火海之中。1834年10月16日的夜晚，火焰从塞满了一车木棒的火炉里，蹿上墙上的挂毯和木制覆盖物。很快，火势从上议院蔓延到下议院，最终整个议会大厦在这场世纪大火中化为灰烬。威廉·透纳[4]在泰晤士河边目睹了这一幕之后，创作了一幅画，描绘的正是这场大火[5]。

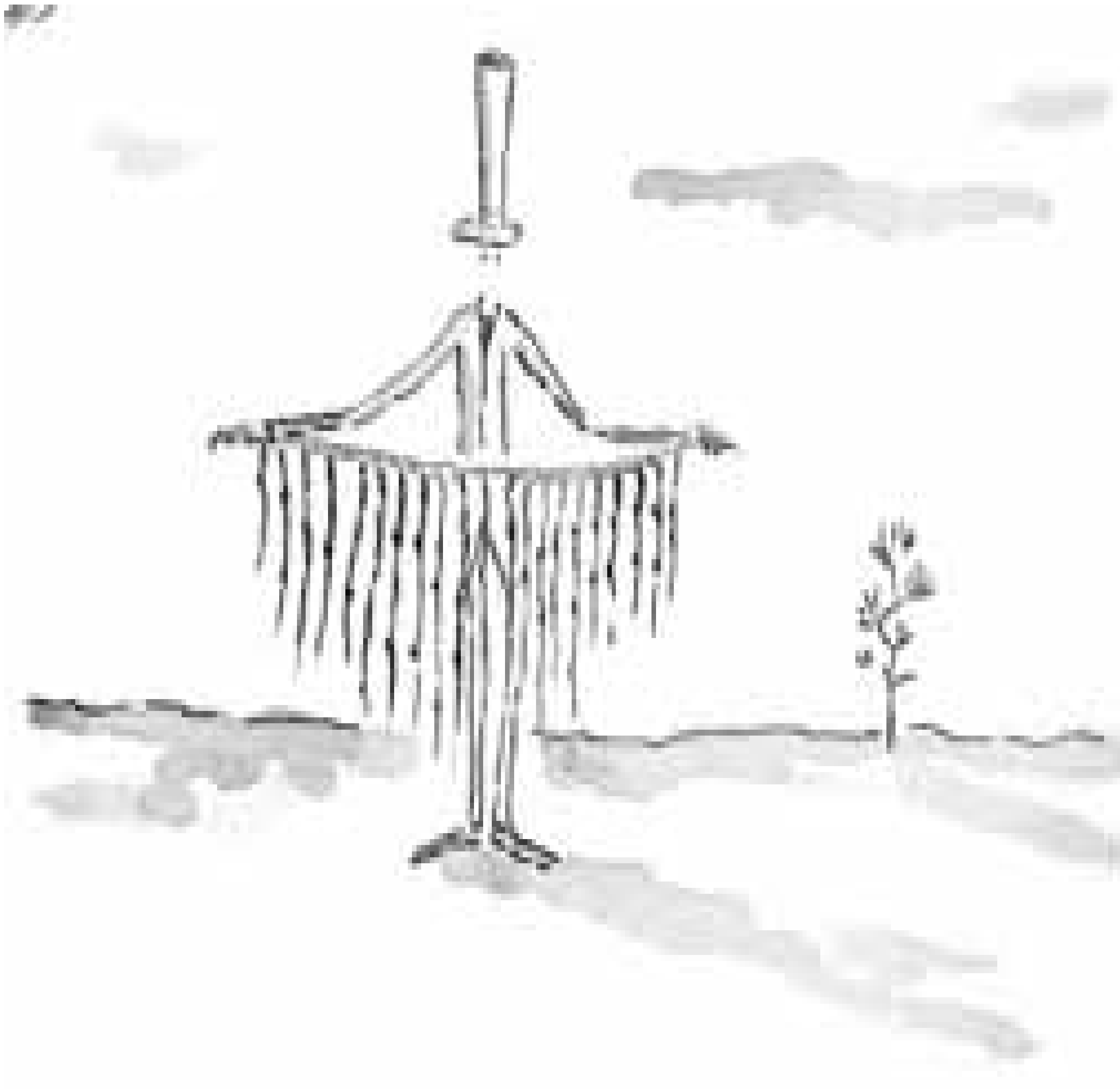
这种计数棒制度在其他国家也得了广泛的运用，只是最后的下场没这么惨烈。在《米歇尔·朗德：罗马历史》（1949年）一书中，安德烈·菲利普讲述说，19世纪中期前后，在法国圣艾蒂安城的乡村里，面包店老板还会用计数棒计算赊出去的面包数量。每到月底，妇女们会带着一根小木棒去面包店清账，木棒上有被锉刀刻出的划痕。面包店老板通常会用一根皮带把木棒穿起来，他会对比顾客手上的木棒与自己手中持有的副本。如果划痕相符，顾客就可以清账，然后丢掉木棒。当时的人们是如此依赖于使用计数棒，1804年颁布的《拿破仑法典》第1333条甚至规定："如果主体利用刻痕来明确表示自己供应或购买的物品，那么只有正副本上的刻痕数量相符，才具有效力。"到了19世纪末，爱德华·卢卡斯[6]在他的《数字理论》（1891年）中，也把面包师傅的计数棒和在远古洞穴中发现的刻有规律划痕的骨头做比较，以表明不只有法国乡村的面包师傅会使用刻痕计数。

这种在小木棍上刻痕以记录借贷数目的方式，不仅存在于瑞士、德国和俄国，还有意大利。路易吉·卡普安纳在小说《棺材》中也提到了这点。现在，我们来到19世纪下半叶，西西里的米内奥市。

> 有一天，科拉·纳斯卡推着小车来了，想一次性倒空圣弗朗切斯科的酒桶。唐纳·萨尔瓦特丽切天蒙蒙亮时就在店里了。她坐在拐角处，旁边是酒桶，一手拿着用来刻痕的木棍，一手拿着一把不值钱的铁柄小刀，以防哪个骗子偷窃。每倒满十六壶，她就在光滑的木棍上刻一道痕。木棍被一分为二，一半给纳斯卡，这样一来，他们就不会出错了。

但是，可怜的唐纳·萨尔瓦特丽切没法完成全部的操作了。她突然面色苍白，瞪大双眼，从椅子上跌落下来。她的动脉破裂了，而作为小说名字的“棺材”无疑成了她的最终归宿。直到20世纪中期，在西西里（还有阿普利亚和卡拉布里亚大区）一些地区的农民和店家似乎仍在沿用卡普安纳所讲述的这种方法，他们甚至有一句方言“arrumpirilitagghi（毁掉划痕）”，意思是清账。德语中也有和这句差不多的话，如果“Kerbholz”指的是刻有划痕的小木棍，那么“etwas auf dem Kerbholz haben（字面意思是木上有刻痕）”指的就是有未付清的账，通常是为了保证公平。说到意为“保证公平”的习语，“mettere una taglia（刻一道痕）”似乎也来源于这种实践。

目前据人们所知，当欧洲广泛采用这种计数棒制度时，世界的另一端使用的却是其他计数方法。例如，秘鲁古代印加人用一种叫作“奇普（quipus）”的绳结计算各种事物，计量天文、巫术或者日常生活。根据编年史和发现的图像，人们发现，印加人使用一种叫作“优巴纳（yupana）”的算盘，在上面堆放、挪动种子进行计算，再将结果编结于奇普上。



费利普·瓜曼·波马·德·阿雅拉是一位出身贵族、皈依天主教的土著。他撰写的巨著《新编历史和好政府》为我们展现了印加风俗与文明，这部一千多页的手稿现存于哥本哈根的丹麦皇家图书馆。阅读这本书，我们就会知道，在西班牙人入侵印加帝国之后，仍保留了“奇普专员（quipucamayoc）”这个职位一段时间。奇普专员是印加帝国设立的负责编结和译解奇普的人员。然而，为了让当地人信仰基督教，西班牙政府决定解除奇普专员的公共职务，也毁掉所有奇普（幸好不是全部！），因为他们认为奇普是偶像崇拜的工具。

在《马可·波罗游记》中，我们会发现中国人民也采用了一种和印加人民类似的方法，并且沿用了数个世纪。中国最古老的文献之一《易经》中说“上古结绳而治”。这里的绳就像秘鲁的奇普。据希罗多德[7]说，波斯国在大流士一世统治时期就已经在使用这种结绳了。

注释：

[1]普罗透斯，希腊神话中的一个早期海神。根据荷马的《奥德赛》，普罗透斯住在尼罗河三角洲海岸外的法罗斯岛上，以驯牧海上的野兽为生。——译者注（除特别标注外，本书脚注均为译者注）

[2]即犹太国历，是一种阴阳历。——编者注

[3]詹姆斯·乔伊斯（James Joyce，1882—1941），爱尔兰作家和诗人，20世纪最重要的作家之一。

[4]威廉·透纳（Joseph Mallord William Turner，1775—1851），英国著名画家。

[5]即水彩画《议会大厦的大火》，是透纳在1834年创作的水彩画作品。——编者注

[6]爱德华·卢卡斯（François Édouard Anatole Lucas，1842—1891），法国数学家。

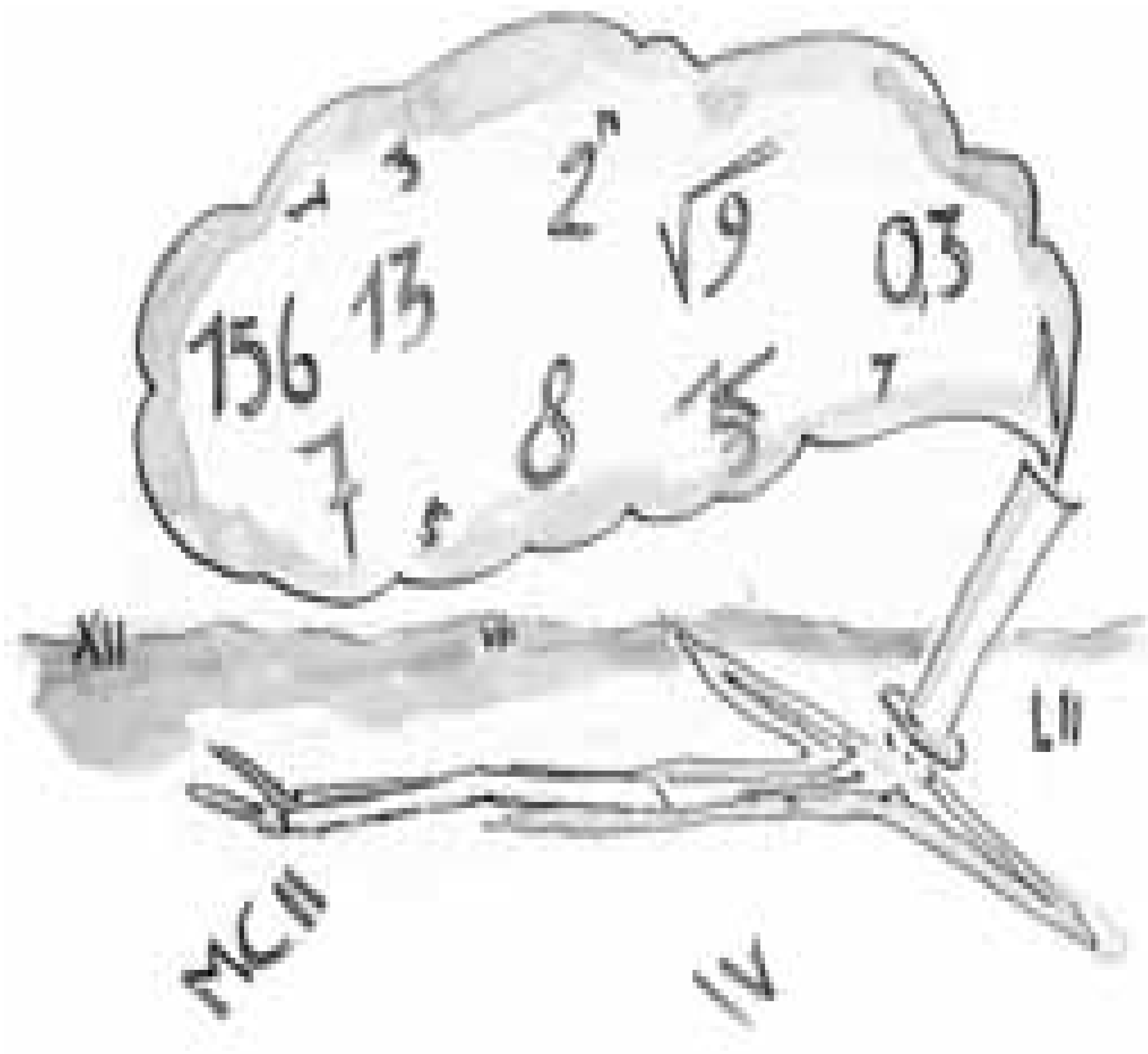
[7]希罗多德（Herodotus，约前484—约前425），古希腊历史学家，被西方史学界誉为“历史之父”，著有《历史》一书。

数字的发明＞＞

无论是结绳，还是在骨头、木棍上刻痕，这些计数方法只存在于遥远的过去，在美索不达米亚平原上发现的计数方法也同样消失在了岁月的长河中。1928年，在努兹——现今伊拉克摩苏尔南部的一个城市，考古学家在发掘遗迹时找到了一个陶土罐，个头比鸡蛋稍稍大些，可追溯至公元前15世纪，表面带有一些楔形文字。这些文字表示了不同的物体——48只动物，其中有公羊、绵羊、羔羊和山羊。在罐子里，考古学家们发现了相同数量的陶土做的小物件。这个容器应该和狼骨或狒狒骨上的刻痕作用一样：用物件表示相应的动物数量。

也就是如今数学上说的一一对应关系：计算时，一根骨头或木棍上的每一道刻痕、一小堆石子中的每一颗、一个容器中的每一个物件都对应着一个物体，反之亦然。当然，这种对应关系，比如下维斯特尼采古人在骨头上刻下的划痕，无法直接显示物件的数量，呈现的只是有多少刻痕、绳结或小石子。在木棍上有序列地刻下划痕、结绳或是在容器中放置物品，已经是一个相当抽象的符号系统了，因为它们都与被计数的事物分离，既可以表示动物数量，也可以表示借贷量或者一个月的天数。然而，距离数字这个概念的诞生，还差一步，跨越数百年之久的一步。

在努兹出土的那个文物，应该是人们在遥远的古代所使用的东西。那可能是一个会计的陶土罐。会计在城门附近，计算牧人带去放牧的动物数量，眼前经过多少只牲畜，就在容器里放多少个陶土物件。这些物件或是形状各异，或是刻有不同的图案，以对应不同的动物。这或许是一位为地主工作的会计，地主雇用牧人带他的牲畜去城外放牧，会计负责计算牲畜数量。



可是，当牧人放牧归来时，如何确保无人使诈呢？也许，是牧人弄丢了一只羊，或是地主在容器里多放了一个物件，以索要赔偿，或是会计意图诈骗双方？为了防止这一切的发生，找到的解决办法就是在陶罐外面刻上说明罐中内容的文字，然后密封陶罐。当牧人归来时，只要打破陶罐，检查物件数与牲畜数是否对应即可。这种方式貌似也被用来计算其他东西，如谷物、织物、餐具等。

就这样过去了数个世纪，直到又一个“普罗米修斯”出现，他突然意识到，需要使用一个不同的符号记录事物，而不必多次重复现用的符号来表示内容。伟大的逻辑学家伯特兰·罗素曾写道：“经历了多个世纪，人们才发现两只山鸡和两天都是数字2的例子。”当人们发现这一点

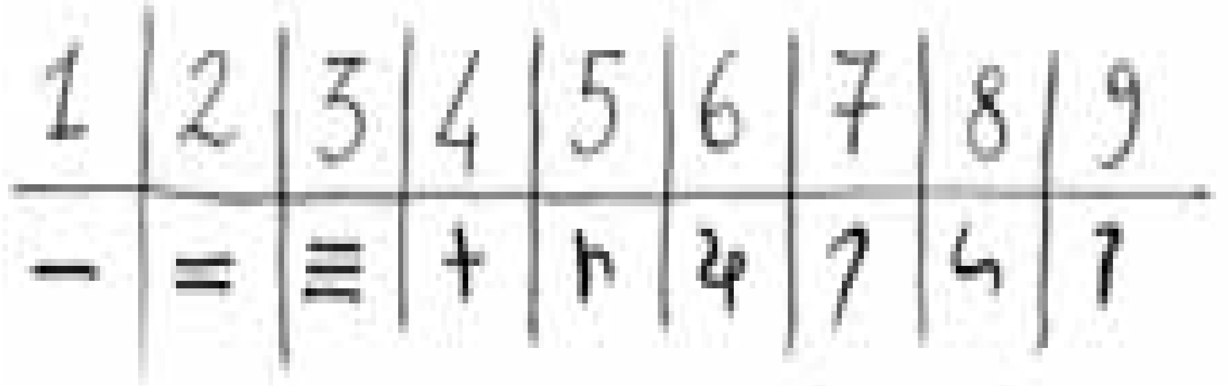
时，就是数字的抽象概念诞生的宿命时刻。这一刻就发生在美索不达米亚平原的一个城市里，一位佚名会计想到可以在陶罐的表面刻上一个符号，不管计算的对象是公羊、绵羊、山羊，还是谷物，都不会影响这个符号的所指。

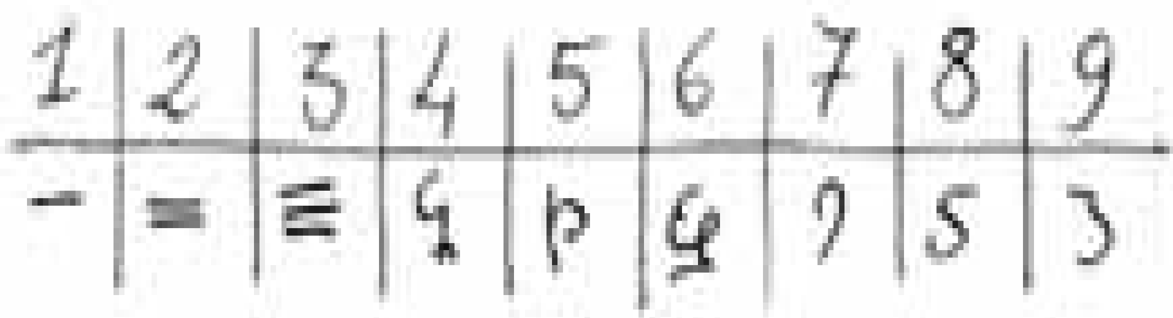
你们试想，用同一个抽象符号表示相同数量的动物、谷物或花瓶！“其中内涵的抽象程度实在让人难以领悟。”罗素也发出了这样的感慨。面对数字，我们已经习以为常，所以很难体会到这个想法所具有的重要的变革意义。在《被缚的普罗米修斯》中，埃斯库罗斯[1]将那个宿命时刻的结果——数字称作普罗米修斯赠予人类的最杰出的发明。这并非偶然。一旦掌握了数字的抽象概念，人们就会很快发现，比起像鸡蛋一样的圆罐，使用黏土板更方便。他们用一种装有硬片的工具笔在黏土板上刻出数字符号，也就是我们在古巴比伦黏土板上看到的那些数字符号。

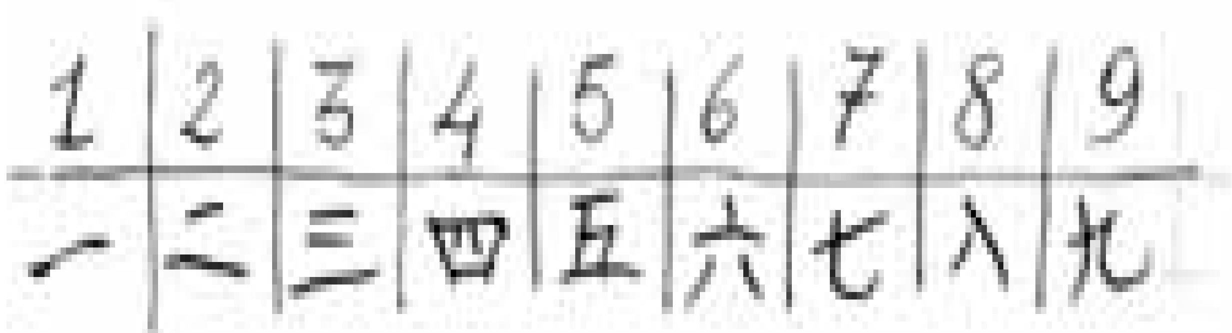
看第一眼，我们就会很明显地注意到，一个数字产生于一个常数值的叠加总和，就像数学家们说的那样，这种记数系统采用的是加法规则。从黏土板上，我们就可以看见这种系统究竟是如何运行的。比如，你们看看表示数字1、2、3的符号：数字2的符号重复了两次数字1的符号，数字3则重复了三次。你们想一下，就会发现这个记数方式很眼熟。罗马数字I、II、III也是这样的。



中文数字、古印度的婆罗门数字和笈多王朝[2]使用的数字，还有在大洋彼岸的玛雅数字，都采取了同样的方法。



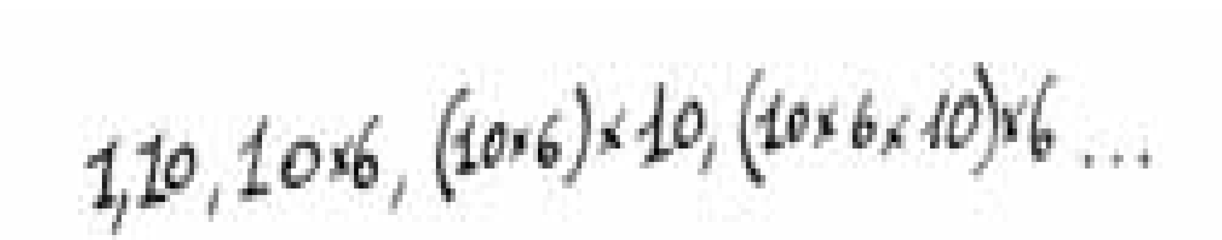




总而言之，大多数的古代文明在表示前三个数字时，都采取了同样的方式：重复表示“1”的符号一次，两次，三次。仔细看看的话，现代的阿拉伯数字也体现了同样的重复方式。可是，从数字4开始，所有的文明就都放弃了这种重复。从巴比伦数字黏土板上也可以看出这一点。为什么呢？你们试想一下，如果要表示数字23，需要重复排列表示“1”的符号二十三次，无论是书写还是阅读，都会很困难——怎么能一眼就看出它是23，而不是21或者24呢？或许存在一个更深层的原因

——对一些出生几个月的婴孩进行试验，结果证实人类与生俱来的数感的容量不超过三。

把这个问题留给认知心理学家深入研究吧，让我们回到巴比伦的数字黏土板。你们会发现，从数字10开始，这个记数系统变成了十进制的，一直到数字60。回到之前举的例子，重复数字10的符号，旁边再加上数字3的符号，表示的就是数字23。但是，我们的十进位法是按10的乘方序列进行的，即1、10、10×10、10×10×10等，而古巴比伦则是交替着使用10和6，如图所示：



换句话说，这个系统实行的是以60为基数的六十进制，或者更准确地说，是采用了十进位法和六十进位法。

古埃及使用的也是一种十进位制的记数法，即他们的记数系统中存在表示常数值的符号（典型的有1、10、…、10的*n*次方）。为什么是十进制呢？因为在遥远的古代，用双手的十个手指计数是再自然不过的选择。这个解剖学上的细节，被爱德华·卢卡斯恰如其分地表述为“自然界的一个偶然事件”，使十进位法成了应用最广泛的记数法。这种十进位法当然不是唯一的记数法，从数学的角度看，可能也不是最方便的记数法，也不是我们如今使用的十进制。

这种十进制，经由古代美索不达米亚（和埃及）人民，从印度地区传入西方。在此之前的数千年里，西方使用的是一种运用加法的记数法，一个数字是几个表示固定数值的符号叠加组合而成。我们最熟悉的罗马数字遵循的就是这个方法：V表示数字5，X表示数字10，L表示50，C表示100等，这些特殊符号构成了罗马数字的加性记数系统。根据这种方法，数字6写作VI，数字11写作XI。在这个系统中还运行着减法规则：在一个符号的左边添加一个代表更小数值的符号，以表示一个数字，比如IV表示4，IX表示9。

在古代，为了计算，一些民族不仅仅用上手指，还会用上脚趾。只有这样才能解释，为什么西非的一些地区、中美洲和欧洲的某些地方采用的是以20为基数的记数法。我们在许多语言中都可以看到它的踪迹。莎士比亚在《圣经》的英译本中找到了一个表达方式“three score and ten”（20的3倍加10），借麦克白之口用这个说法表示人类的平均寿命，也就是古稀之年。

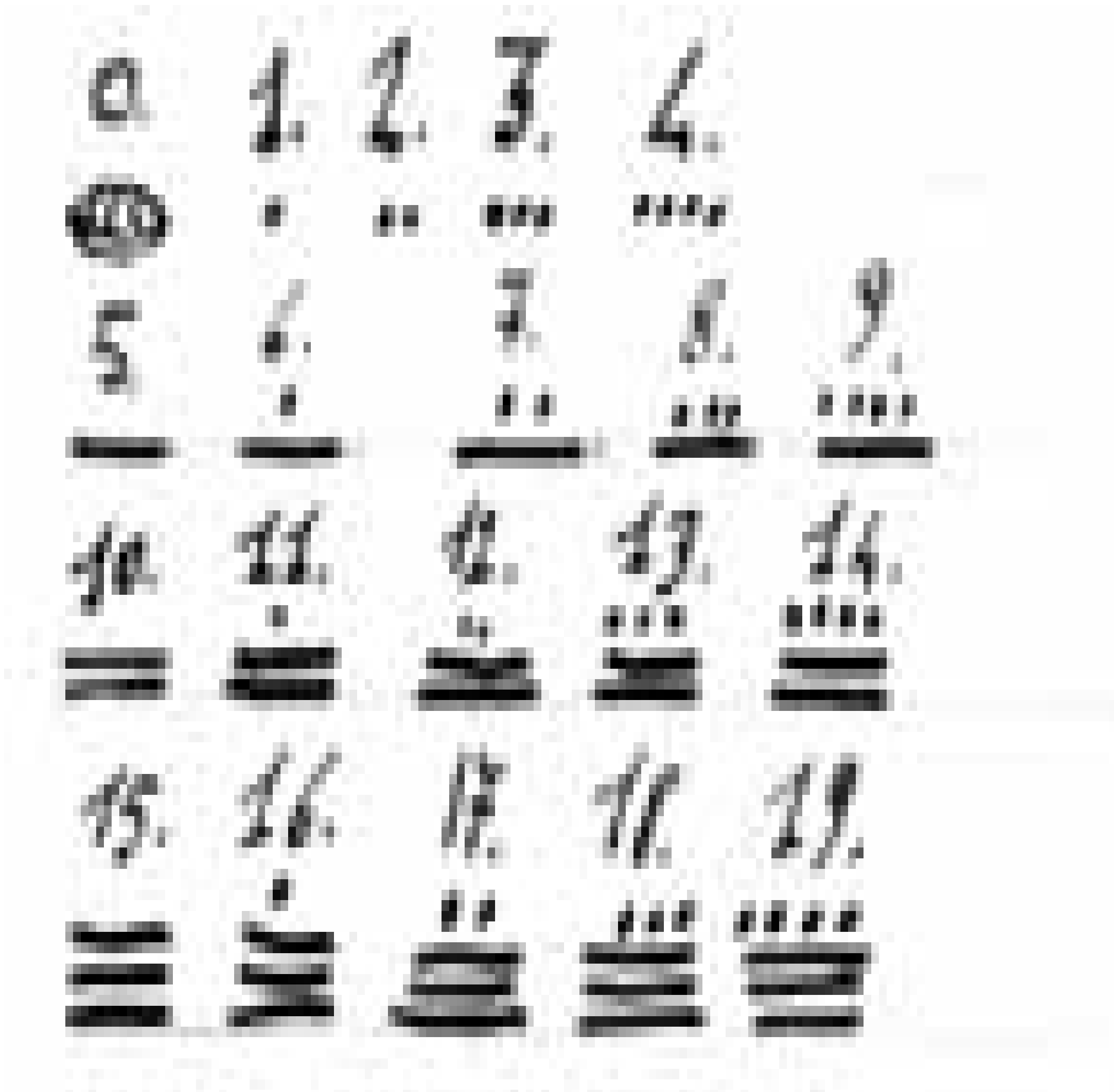
“Four score and seven years ago（87年前）。”1863年11月19日，为悼念在南北战争葛底斯堡之役中阵亡的将士，林肯在葛底斯堡国家公墓揭幕式中发表演说，开篇便是这句，随即追忆美国的开国元勋。1776年，北美洲十三个英属殖民地脱离英国独立，一个新的国家随之诞生。从那一年到1863年，正好过了87年。林肯纪念堂里有一块石刻，上面的铭文就是葛底斯堡的这场演说词。所以，在林肯所使用的英语里，“score”表示二十。一百年之后，在马丁·路德·金的演说中，也出现了这个词。1963年8月，正是在林肯纪念堂的石阶上，他发表了著名的演讲《我有一个梦想》，开头便是“Five score years ago”（100年前）。在现今流行的英语里，score已经不再有那个含义了。

在英国，独特的十二进制与二十进制混合的货币系统也同样消失了。原先，根据这种货币系统，1英镑等于20先令，1先令等于12便士。1971年引进了十进制货币系统，1英镑等于100便士，而先令在1990年彻底停止流通。在巴斯克语、丹麦语和法语中，也能找到二十进制记数法的痕迹。从quatre-vingts（80）、quatre-vingts-dix（90），到quatre-vingts-dix-neuf（99），这些数词表明凯尔特族过去采用的是二十进制记数法，但同时又混合着六十进制，比如数词soixante（60）到soixante-dix-neuf（79）。

大洋的另一边，在中美洲的玛雅文明和阿兹特克文明[3]中，我们也看到了二十进制记数法，值得注意的是，与此同时还短暂地出现了表示0的符号，尽管它在历史上没有留下任何痕迹。事实上，玛雅仅存一些碑文残片和未被烧毁的3份刻本，能够证明它在科技上的发展。西班牙方济各会传教士迭戈·德·兰达，曾任尤卡坦半岛上的宗教裁判所所长。他是一个狂热的基督徒，决意摧毁玛雅的一切文明与宗教。1562年7月12日，德·兰达下令在一场惩罚异教徒的火刑上烧毁玛雅的所有文稿。过了好多年，他才被控告进行了不合法的裁判，被遣送回西班牙以接受审判。或许是有所悔悟，他写下了《尤卡坦纪事》（写于1566

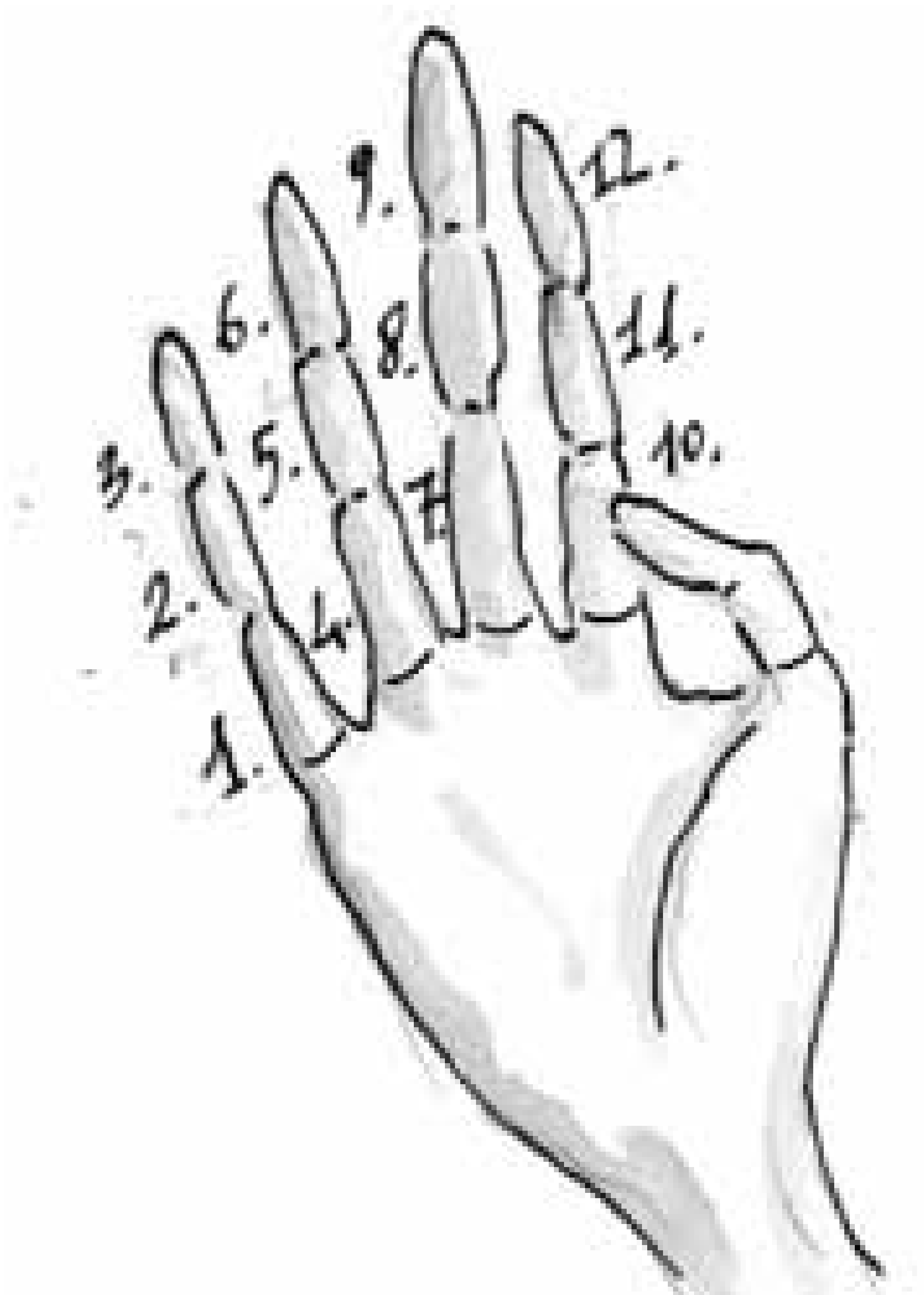
年至1568年间），该书成为研究玛雅历史、宗教、文化，尤其是文字的第一手资料。后来，免于处分的他被腓力二世任命为尤卡坦总教区主教，并在尤卡坦结束了一生（葬在了梅里达的圣方济各修道院里，按照西班牙征服者的习惯，这座修道院建在一座玛雅金字塔的废墟上）。

我们所知晓的是，玛雅人用点线组成的符号表示1至19的数字，而表示数字0的符号则像一只半闭的眼睛，他们认为数字1至13是神圣的。（不仅仅玛雅人这样认为，古巴比伦的数字也有着神圣的含义，从天神安努开始，1到60的每一个数字都与特定的神灵有关。）



在一些学者看来，二十进制、十进制，还有十二进制记数法都是基于手指的构造，或者更准确地说是一只手上四根手指的指节（大拇指除外，每根手指上都有三段指节）。一种用手指数数的常用方式，比如数右手上的指节，一旦数到12，左手就记一根手指，直到用完5根手指（即$12\times5=60$）。

近东地区的人民可能也使用这种数数方式，这也许能够解释为什么60和12在他们的记数法中有着特殊的作用。



近东地区的人民可能也使用这种数数方式，这也许能够解释为什么60和12在他们的记数法中有着特殊的作用。

注释：

[1]埃斯库罗斯（Aeschylos，约前525—前456），古希腊三大悲剧作家之一，被称为“悲剧之父”。

[2]笈多王朝，古代印度摩揭陀的第一个封建王朝（约320—6世纪中）。——编者注

[3]阿兹特克文明，古代印第安人“后期古典”文明，由阿兹特克人创造。位于中美洲，主要分布在墨西哥中部和南部，是美洲古代三大文明之一。——编者注

自然数＞＞

几千年来，人类都在尝试建立数与物的对应关系，现代对数字的定义便是建立在这种实践之上。一旦人类学会计数，这种实践就显得“自然而然”了。或许正因如此，我们才把自然数称作“自然”数。

事实上，数字的概念一点也不“自然”。最早出现的语言中并没有表示抽象数字的名词，只有表示相同数量的名词。生活在亚马孙森林里的一些民族，比如皮拉罕人，他们仅有一些表示近似数的概念，他们能数到2，遇到更大的数目，就只能用一个表示“很多”的词语。再比如蒙杜鲁库人，他们有表示1到5的词语，但是都被当作形容词来使用，计数时，他们会用“少”和“多”来表示。

自然数是如此不“自然”，因此，19世纪末20世纪初的数十年里，对于自然数的定义，一些最伟大的数学家和逻辑学家莫衷一是，众说纷纭。比如，1887年，身为数学家和生理学家的赫尔曼·冯·亥姆霍兹[1]认为，计数是“一种完全基于心理因素的行为”。在分析从一个数字过渡到下一个数字时，他发现这个过程依靠的是一个心理因素，“当一系列有意识的行为相继发生时，我们能够记住这个顺序”。接着，亥姆霍兹还谈到康德，“时间顺序构建了我们内在直觉的必然形式”。在他看来，数字的概念建立在这种时间顺序上。

逻辑学家戈特洛布·弗雷格[2]的想法则恰恰相反。弗雷格提出异议：“算术与感觉没有丝毫关系，跟脑中的图像也没有多大关系。”亥姆霍兹的观点会“把一切都主观化”，最终会“破坏真相”。在弗雷格看来，算术根本不是什么主观科学，而是“一种发达的逻辑”。只有用“纯逻辑的规律”才能定义自然数，这种规律中也体现了一一对应的关系。弗雷格将数学逻辑化的立场，在20世纪得到了罗素的继承和系统化的发展。

《数是什么？数应当是什么？》是另一个数学家——理查德·戴德金[3]1888年出版的一本小册子的书名，也是他从那时起就一直在思考

的问题。他给出的回答是："数是人类心灵的自由创造。"数学家只是在研究数的特性。

戴德金认为，数字科学依靠的是人类可以"使事物与事物之间产生联系"的能力，如果没有这种能力，"人类通常就无法思考"，就连天数也计算不了，或许只能像鲁滨孙在荒岛上那样算日子。戴德金首先讨论了元素的系统和系统的映射，以表现自然数的序列特点。他认为，思维中的不同事物可以在头脑中发生联系，形成一个系统，反之亦然，系统中的每一个元素都明确联系着思维中的一个图像、一个事物。通过讨论系统的概念和性质，戴德金用四个条件（或者说公理[4]）推导出了自然数的结构特征，以公理的形式建立了自然数的序列。

第二年，数学家、逻辑学家朱塞佩·皮亚诺[5]用拉丁语发表了《算术原理：用一种新方法的说明》（1889年）。在这本书中，他介绍了一个自然数的公理集合。他本人也承认，这个公理集合与戴德金的公理大致重合，尽管这个研究成果是他独立获得的。不同之处在于，戴德金将系统的概念和一一对应关系作为出发点，而皮亚诺将集合或者说特性、自然数、1和后继数的概念作为讨论的基点。一个自然数*a*的后继数指的是按自然顺序排在*a*后面的数字。因此1的后继数是2，2的后继数是3，以此类推。皮亚诺公理如下：

a）1是自然数；

b）每一个确定的自然数，都有一个确定的后继数*a′*，*a′*也是自然数；

c）没有两个数有相同的后继数；

d）1不是任何自然数的后继数；

e）任意关于自然数的命题，如果证明了它对自然数1是对的，又假定它对自然数*n*为真时，可以证明它对*n′*也真，那么，命题对所有自然数都真。

因此，皮亚诺并没有给出自然数的定义，而是用一个公理的集合规定了自然数序列的重要特性。这些公理至今仍被数学家们所采用。

可是，你们不觉得少了点什么吗？你们也许会注意到，在皮亚诺公理中，在刻有古巴比伦数字的黏土板上，在中文数字、罗马数字、古印度的婆罗门数字和笈多王朝使用的数字中，自然数序列的起始数字，并非我们如今会习惯性想到的0，而是1。皮亚诺后来也发现了这一点。这似乎暗示着0扮演了一个特殊的角色，正如独特的历史迎来宿命的时刻——0登上了数学的舞台。

注释：

[1]赫尔曼·冯·亥姆霍兹（Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz，1821—1894），德国物理学家、数学家、生理学家、心理学家。

[2]戈特洛布·弗雷格（Gottlob Frege，1848—1925），德国数学家、数理逻辑学家，是数理逻辑奠基人之一。

[3]理查德·戴德金（Julius Wilhelm Richard Dedekind，1831—1916），德国数学家，近代抽象数学的奠基人。

[4]公理，即根据经验，而不是逻辑推导获得的结论。

[5]朱塞佩·皮亚诺（Giuseppe Peano，1858—1932），意大利数学家、逻辑学家、语言学家。



在这里，你们将会在遥远过去的几个瞬间，在查理大帝的宫廷中，在莎士比亚的戏剧里，在奥古斯丁的《忏悔录》和刘易斯·卡罗尔的书中，看到时间与空间的空无。

无是道家所说的虚无，是塞琉古帝国文字和中国汉字里数码与数码之间留出的空白，是吴哥时期一块石碑上的点，也是五世纪时古印度人使用的点。

印度的“sūnya”是cifra，也是zefiro，它被阿拉伯人带到西方的基督教国家，成了莱布尼茨眼中上帝创造世界的象征，最终，

以空集的形式，衍生出所有的数字。

第二章
表示虚无的数字0

虚无的悖论＞＞

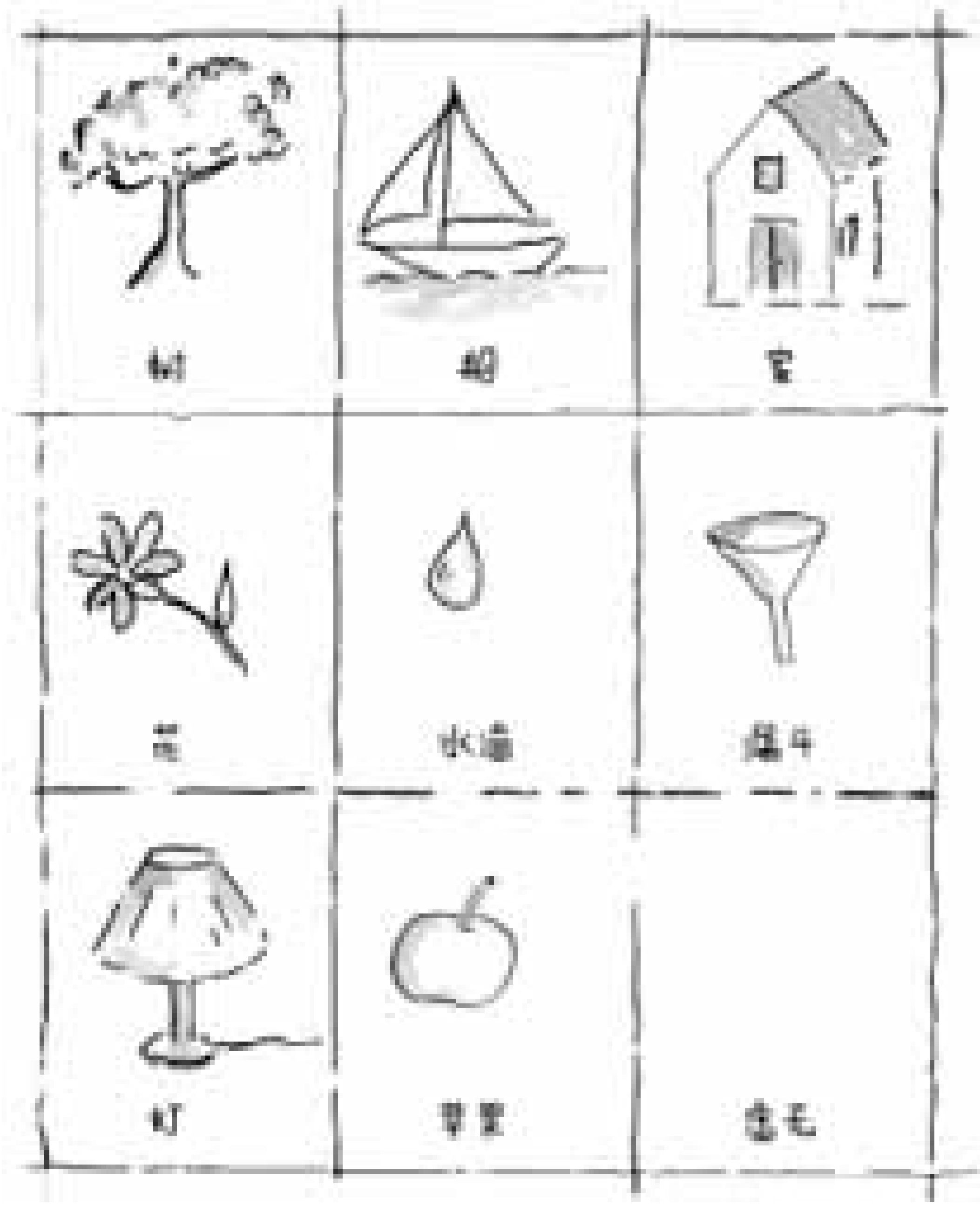
公元800年，在德国亚琛，那个久远的三月里的一个夜晚，阿尔昆[1]的学生——执事弗雷德吉斯[2]，为宫廷的贵族们读了一封信：《虚无与黑暗》。这是一封写给查理大帝的信，内容关于虚无与黑暗。当时的查理大帝正派军驻防在诺曼底的海岸。弗雷德吉斯在这封信中讨论的问题是虚无究竟是什么，抑或什么都不是。

虽然你们会觉得这个问题很古怪，但你们要知道弗雷德吉斯可不是第一个提出它的人。很多人都遇到了这个问题，但最后都放弃了，因为他们认为这个问题是“无法解释清楚的”。弗雷德吉斯的老师阿尔昆在《与丕平的讨论》中也提出了同样的问题。他问查理大帝的次子丕平：“什么东西既存在又不存在？”这听起来就像个绕口令，一个没有意义的谜语，可是并没有难倒这个年轻人，丕平脱口而出：“虚无。”可他的老师追问说，它如何做到存在，同时又不存在呢？“Nomineest，et re no est”，意思是，作为一个名词，它存在，可实际上并不是。总而言之，阿尔昆借丕平之口给出的解释是，虚无是一个词语，不是什么事物。

在宫廷里，贵族们不会一整夜都在探讨虚无的本质中度过。对虚无本质的思考可以追溯到很久很久以前。巴门尼德[3]著有哲学诗《论自然》，其中诗句晦涩难懂，因此研究他的学者们各执一词。在经辛普里丘[4]流传下来的残篇中，女神给出了提示，她告诉我们：“只有那些研究途径是可以设想的。第一条是：存在‘存在’，且是不可能不存在的……另一条则是：存在‘不存在’，且这个‘不存在’必然不存在。”巴门尼德在诗中接着说，不存在的虚无（或非存在）是无法想象或言说的：“你既不能认知非存在（因为这是办不到的），也不能把它说出

来。”在后面的残篇中，我们还会看到“因为思维和存在是同一的”，还有“有必要思考和言说究竟什么是‘存在’。存在者确实存在，不存在者不存在。这些问题，我劝你好好思考”。

弗雷德吉斯对这番劝告做出了回应。他将对话拉回“逻辑”的地面，召唤“理性”，认为“每一个存在的名词都有含义”，例如“男人”“石头”“树”这些名词。如果“如语法家们所言”，“虚无”是一个既有名词，那么它就表示某样存在的东西。因此，弗雷德吉斯说，它就是一个有含义的词语，是“有意义的声音”，每一个含义都指向它所表示的东西。



从这里，我们可以得出结论，虚无“不可能什么都不是”。可如果它存在的话，我们自然而然就会问：那它是什么呢？又是怎么存在的呢？弗雷德吉斯并没有给出这些问题的答案。总而言之，虚无是一样存在的东西，只是无法准确说明它究竟是什么。人们居然能想象出一个符号来表示它？

弗雷德吉斯的问题，带我们回忆起了一段著名的有关修禅的对话。弟子问禅师如何才能顿悟。“只有感知到‘空’，方能顿悟。”禅师回

答说。弟子接着问："你说'空'，可它不该是一件可以感知的东西吗？""当然了，你可以感知到，"禅师肯定道，"只不过，它并不是某样东西。"于是，弟子又问："既然它不是某样东西，又感知什么呢？"禅师解释说："在禅的哲学里，'真正的悟'是'感知空无一物的境界'。"

回到基督教传统中，弗雷德吉斯的论述使我们想起了奥古斯丁[5]在《论教师》一书中与阿德奥达图斯的对话。奥古斯丁告诫世人，最好放弃思考这类问题，以免得出"我们不受任何束缚，却困于虚无"这样的谬论。其实，当我们讨论时间的概念时，也会遇到同样的问题。奥古斯丁在《忏悔录》中说："无人向我发问时，我知道时间是什么，可'一旦有人向我提出这个问题，我想解释，却不知如何作答了'。"他补充说："如果没有东西逝去，则不会有过去的时间；如果没有东西到来，则不会有将来的时间；如果没有东西存在，则不会有现在的时间。"

由此可见，虚无成了划分时间的工具。达·芬奇也在《大西洋古抄本》里写道："在我们身边所有伟大的事物之中，虚无是最伟大的。"他赞同奥古斯丁的说法，接着写道："虚无安坐在时间里，舒展它的四肢，向过去和将来延伸。不可分割的现在，不属于它，但它占据了所有过去以及未来会出现的成果，这些成果和动物一样，都是自然的产物。"

或许，这些在你们看来都是些无用的诡辩论、毫无意义的文字游戏。然而，事实并非如此，在卢多维科·杰莫纳特[6]看来，弗雷德吉斯讨论的问题是"人类理性所能思考的最困难的几个问题"。弗雷德吉斯凭借他"敏锐的头脑"，以"鲜有的聪慧"发现和探讨了"虚无"的自相矛盾，为现实构想留下了挑战。许多现代逻辑学家，比如戈特洛布·弗雷格和伯特兰·罗素，仍不得不思考这个问题。

这位加洛林王朝的执事所读信笺中的第二个问题，困扰着查理大帝，于是他向一位爱尔兰修道士敦加洛求助：《圣经》中说上帝创世纪时，"覆盖着深渊"的那片黑暗究竟是什么？如果像《圣经》中读到的那样，世界是从一片虚无中产生，又或是像奥古斯丁在《忏悔录》中说的，是从"一片无形的虚无中"产生的，那么在上帝创造万物之前就已经存在的这片虚无是什么？我们不知道敦加洛的回答是什么，但可以肯定的是这个问题开启了数个世纪的大讨论。

实际上，安瑟伦[7]为了证明上帝存在，在《证据》（写于1077年或1078年）中写的推论，与弗雷德吉斯相差无几。就连否认上帝存在的“傻瓜”，在听到上帝是“世人无法说出比他更伟大的存在”时，也无法否认上帝的存在，他必须承认上帝是存在的。查尔斯·德·波富勒斯[8]在他《论虚无》（1509年）的小册子中给出了简洁的结论：“如果虚无存在的话，那么一切事物都存在；如果一切事物都存在的话，上帝就存在。因此，如果存在虚无，就存在上帝。”

康德在《证明上帝存在唯一可能的证据》（1763年）中反驳安瑟莫的本体论，认为仅从一个事物的概念中无法推导出它的实存。1932年，鲁道夫·卡尔纳普[9]认为“上帝”“虚无”等构成命题的言辞缺乏意义，清除了整个命题。在《通过语言的逻辑分析清除形而上学》中，卡尔纳普说：“在形而上学领域里，逻辑分析得出了反面结论——这个领域里的所有断言陈述全都是无意义的。”总而言之，在卡尔纳普看来，形而上学命题是没有任何意义的伪命题。

卡尔纳普以海德格尔[10]《什么是形而上学》（1929年）一文中“虚无虚无化（das Nichtsnichtet）”这一表达为例。他首先认为“虚无化”没有一个明确的含义，其次“虚无”只是把否定句中的“无”（不正当地）名词化了，想让虚无作为实体存在，可从逻辑的角度看，“虚无”只是否定了“至少存在一样东西”。总之，它就是一个双关语，一个文字游戏。在文学里，这样的例子数不胜数，我们最早可以回想到《奥德赛》中机智的奥德修斯。奥德修斯告诉独眼巨人波吕斐摩斯，自己的名字叫“没有人”，因此，当波吕斐摩斯向其他独眼巨人大声呼喊“没有人攻击我”时，没有其他独眼巨人前去援救。

刘易斯·卡罗尔[11]一定是从荷马笔下的“没有人”——奥德修斯身上获得了灵感。他在《欧几里得和他的现代对手》中，以一种机智和讽刺的对话形式，捍卫欧几里得的《几何原本》，让现代批判《几何原本》的人接受米诺斯[12]的审判。受欧几里得的幽灵召唤，一位德国教授的魂魄出现在了米诺斯面前。欧几里得说：“他是我一位了不起的朋友，博览群书。不管论点命题是真是伪，他都能辩护。”“真是一位厉害的朋友！”米诺斯惊叹道，“他叫什么名字呢？”“魂魄没有姓名。”欧几里得回答说，“只有数字。您可以叫他‘没有人先生’，或者

123456789。”就这样，“没有人先生”的魂魄把一堆“幽灵书”交给米诺斯审判，就是那些欧几里得现代对手的作品。

卡罗尔在《爱丽丝镜中奇遇记》（1871年）里也利用了“没有”的矛盾含义，玩了同样的文字游戏。白方国王称赞爱丽丝目光敏锐，可以远远看见路上没有人。“路上没有人。”爱丽丝说。国王烦闷地说：“我要是能有你这么一双眼睛就好了，可以看见‘没有人’，而且也能看得这么远！”当信使气喘吁吁地到达时，国王问他：“你在路上看见什么人了吗？”信使回答说：“没有人”。“这就对了，”国王说，“这位小姐也看到了‘没有人’。如此说来，那个‘没有人’走得比你慢。”信使则夸口说：“我敢肯定，没有人走得比我更快！”国王说：“‘没有人’不可能走得比你更快，要不他早该到了。”

在莎士比亚的《李尔王》中，葛罗斯特伯爵和爱德蒙的对话也玩了“没有”的概念游戏。葛罗斯特伯爵问：“你在看什么？”“没有，先生。”爱德蒙回答说。“没有？”葛罗斯特伯爵追问，“那你为什么慌慌张张地把它塞进口袋？如果没有，就没必要遮遮掩掩。拿出来给我看看。快点，如果没有的话，我就不必戴上眼镜。”

注释：

[1]阿尔昆（Alcuin，约736—804），英国学者、教育家。曾被法兰克王国的查理大帝请到宫廷中，委以帝国的教育改组事宜。

[2]弗雷德吉斯（Fredegisus或Fredegis of Tours，约8世纪末—约834），出生于英国，曾为查理大帝的宫廷服务，是一位僧侣、学者和作家。

[3]巴门尼德（Parmenidēs，约前515—约前445），古希腊哲学家，主要著作是《论自然》，如今只剩下残篇。他认为千变万化的世界只有“无”或“不存在”，主张“只有理性才能认识存在”。

[4]辛普里丘（Simplikios，约490—约560），罗马帝国时期的哲学家、数学家。

[5]奥古斯丁（Aurelius Augustinus，354—430），俗称圣奥古斯丁，古罗马基督教思想家，教父哲学的主要代表。

[6]卢多维科·杰莫纳特（Ludovico Geymonat，1908—1991），意大利马克思主义哲学家。

[7]安瑟伦（Anselmus，1033—1109），意大利中世纪哲学家、神学家。

[8]查尔斯·德·波富勒斯（Charles de Bovelles，1475—约1566），法国哲学家、数学家。

[9]鲁道夫·卡尔纳普（Rudolf Carnap，1891—1970），20世纪美国著名分析哲学家，经验主义和逻辑实证主义的代表人物。卡尔纳普是学物理和数学出身的，在耶拿大学曾受业于弗雷格，研究逻辑学、数学、语言的概念结构。

[10]海德格尔（Martin Heidegger，1889—1976），德国哲学家，存在主义的主要代表人物之一，主要著作有《什么是形而上学》《形而上学导论》《现象学的基本问题》等。

[11]刘易斯·卡罗尔（Lewis Carroll，1832—1898），英国作家、数学家、逻辑学家、摄影家，以儿童文学作品《爱丽丝梦游仙境》与其续集《爱丽丝镜中奇遇记》而闻名于世。

[12]在希腊神话中，米诺斯是克里特之王，宙斯和欧罗巴的儿子，是冥界三判官之一。

虚无的空间＞＞

当弗雷德吉斯念着他的信时，在世界的另一端，生活在中美洲的玛雅人以及印度、中国和东南亚地区的人民早已发明了一个代表虚无的符号，并运用在了文学或数学的文本中，你们对此不觉得惊讶吗？你们想想：一个表示虚无的符号！实在矛盾又不可思议，真的需要付出难以想象的努力去启用抽象思维才能领会这一点！当然，弗雷德吉斯没能知晓这点，但是，他注意到在《物理学》中，亚里士多德将“虚无”定义为“空无一物的空间”，与此同时，亚里士多德还主张不存在“虚无”，反对德谟克利特[1]的思想。德谟克利特将“虚无”命名为“非存在”。

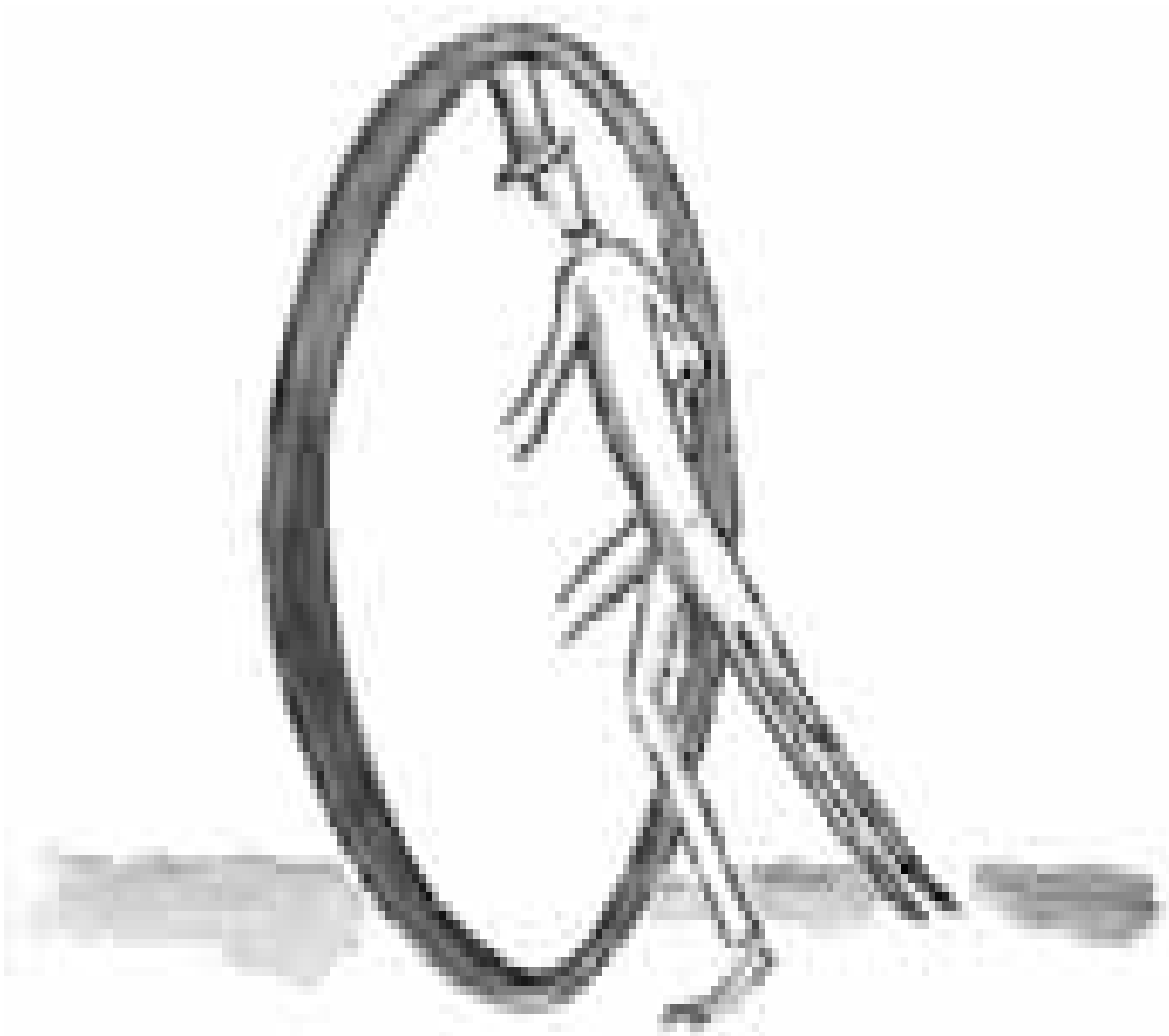
亚里士多德的观点支配了西方思想界数百年之久。零——这个表示虚无的符号之所以诞生在了那些未受亚里士多德思想所影响的地方，原因或许正在于此！可以肯定的是，零就像一条岩溶河，在古代数学中，以不同的符号形式，在不同的地点消失又重现，表示不同的用途和含义。不断涌现的诸多“宿命时刻”在给出满意答案的同时，又会提出更多新的问题。

早在印度之前，古巴比伦的天文学家以及玛雅人和中国人就已经开始使用“位值原则”，在这一点上，目前学者们已经达成一致。这个“位值原则”指的是什么呢？举个例子，古巴比伦人使用的六十进位法，正如我们在上一章所看到的，是按顺序（或者说乘方）依次进行的：1，60，60^2……根据位值原则，如果一个数字由不同位上的几个数组成，那么每个位上的数的值就取决于它在数字里的位置。比如，在古巴比伦的记数法中，数组“3；4；5”表示数字$3×60^2+4×60+5$，而在数组“5；4；3”中，同样的符号占据了不同的位置，表示的就是完全不一样的数字$5×60^2+4×60+3$。然而，在我们看来，古巴比伦的记数法无法避免歧义。举个例子，在一座波斯古城——苏萨发现了一块黏土板，上面用楔形字体刻了数字“10；15”。这个数字怎么解读呢？它指的是10×60+10+5=615吗？还是表示10+10+5=25？换句话说，怎么才能知道它是不是从六十进位法中从一个数位进到了另一数位上呢？为了避免混淆，有时誊写人会留出一点空白或是刻上一个特殊的标记。

这个记数法还存在一个更严重的缺点：当数字中缺少某个数位上的数码时，没有符号可以表示。遇到这种情况怎么办呢？在苏撒发现的另一块黏土板可以看到，誊写人在缺少数码的数位上留出了一块空白。如此一来，比如数字“3；4”表示的是$3\times60+4$，如果在3和4之间留白，表示的就是$3\times60^2+4$。留出空白看似可行，可如果缺少的不是一个数位上的数码，而是两个甚至更多连续数位上的数码，又该怎么办呢？而且，有时，誊写人如果觉得计算的情况可以排除歧义，也会忽略留白。比如，假如计算的是一群牲畜，很难会想到“3；4”表示的是$3\times60^2+4$，甚至是$3\times60^3+4$。

无论如何，除了这些明显的歧义，留白也并非意味着有了一个可以表示虚空的符号。人们还需要经过数个世纪的等待，才会看到一个表示零的符号出现，即便这个符号瞬息即逝。

奥托·诺伊格鲍尔[2]是一位研究古巴比伦数学的杰出学者。他认为，这个记数法在初期所展现的这些缺点之后消失了。“后期，古巴比伦人在编辑天文计算结果时，会使用一个特殊的符号来表示零。”在当时那个阶段的一个宿命时刻，一位不知名的誊写人突然想要创造一个特殊的符号，放在一个数字中不同数位上的数码之间，然而奥托·诺伊格鲍尔后续的研究表明，“直到最后，我们也没有在巴比伦的文字中看到任何表示数字末位数码为零的符号。”



如果在美索不达米亚平原上，真的出现了这一宿命时刻，那它是什么时候出现的呢？奥托·诺伊格鲍尔认为：“在巴比伦数学中何时产生了表示零的符号，关于这个问题，无法给出一个确定的回答。”几乎可以肯定的是，在公元前1500年以前还不存在表示零的符号，但在塞琉古帝国的美索不达米亚平原上，“自公元前300年起，我们发现人们一直在使用这个符号。”它就像一个占位符，一个会说话的符号：“注意啦，这儿是空的！这个数字的这个数位上没有值！”托勒密[3]在《至大论》（约130年）中也采用了巴比伦的六十进位记数法和一个类似字母o的特殊符号。这个符号，就像占位符一样用来表示空白，既可以插在不同数位上的数码之间，也可以放在末位。尽管如此，这并不意味着人

们终于开始使用零了。这个符号还远远不是我们如今的记数系统中所用的零。距离零出现的宿命时刻的到来，还差好几个世纪！

李约瑟[4]认为，中国对十进位值制记数法的运用最早可以追溯到公元前8世纪。在商代的甲骨上刻着以不同方式排列的算筹，表示不同的数词。这一事实似乎证实了当时的中国是最早能够用不超过九个的数词来表示任何数字的国家之一。两千年来，早在印度发明且后来为西方所熟知的那一套记数符号之前，中国人就发展出一套以十进位值制为基础的算术。然而，貌似中国人在一个数字中遇到零时，也会留下空格。总而言之，当时仍没有一个表示零的符号，而只有一块空白。

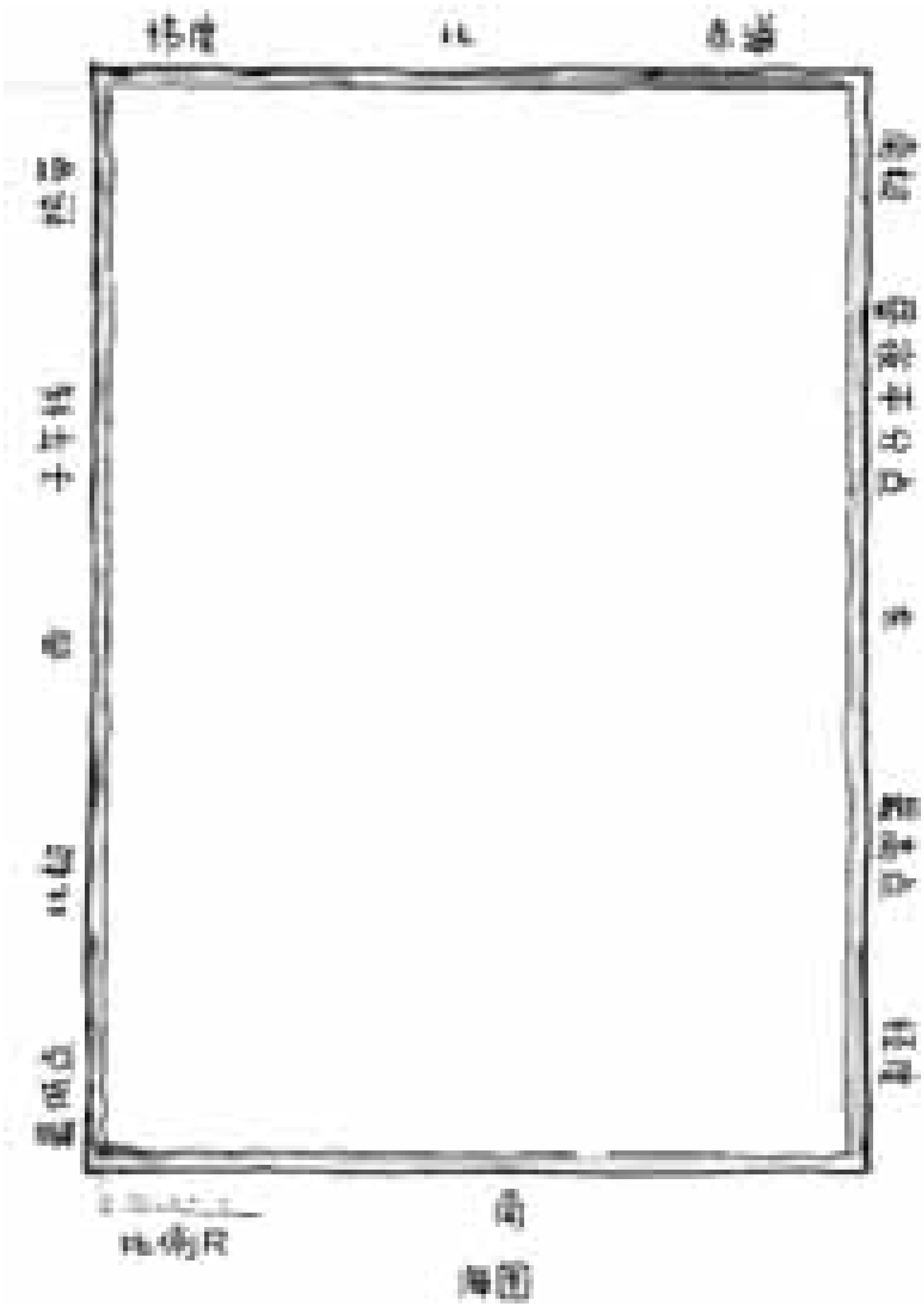


这样的情况一直持续到了8世纪，就像敦煌石窟中发现的几卷手稿上，例如405被写成了|||| |||||，即四根竖条和另外五根竖条被一块空白隔开。2004年，学者们重现了以算筹作为工具的所谓“直观”的筹算，表明算筹可以看成一个包含零的十进位值制记数系统，而零由空格表示。《开元占经》是一本大唐开元年间的天文学论著，成书时间在718至726年之间，其中有一章是关于印度记数法的，其中提到“每空位处，恒安一点”。因此，将零的符号带到世间的那个宿命时刻，或许是在印度出现的！

如果想知道所有被包含在“sūnya”这一词中的各种概念是如何发展的，古印度文献《吠陀》是可供研究推测的资料。古印度人在数学文本中使用“sūnya”这一词表示零，而在此之前，“sūnya”有许多不同的含义（主要表示“虚空”或者“无”）。吠陀时代的数学文献残缺不全，但是根据公元前3世纪中期的一篇梵文文章，我们可以推测，当时一种位值制记数法的思想已经广泛传播。在公元前3世纪到前2世纪的有关梵文诗律的著述，例如宾伽罗[5]的《诗律经》中，为了避免一个数字由多个重复的音节组成，出现了一个表示零的符号（虽然目前仍不清楚它是不是一个位置标记的组成部分）。

印度的十进位值制记数法是何时以及如何发展起来的？零的符号又是在什么时候、如何产生的？即使是最权威的学者，这些问题也仍是谜团。有可能是中国的僧人去印度取经时，印度人从他们身上学会了中国的算筹记数法，也可能是印度人根据之前那些非位值制记数法，自己逐渐发展出了一套十进位值制记数法，又或者是他们在希腊-巴比伦的天文学论著中看到数位上的空白，获得了灵感。

李约瑟认为，就像空格和特殊符号的出现一样，在中印文化区的交界，也同时出现了一个碑文上的“零”，很难说这是一个简单的偶然事件。但有可能是他们为了创造一个表示“空”的符号，借鉴了道家的“虚无”，还有印度哲学中的“空无”。对那些不了解东方神秘主义的人来说，他们会感到“一片完美的彻底的空白”，就像刘易斯·卡罗尔的《猎鲨记》（1876年）中船长买的那张海图一样。在那幅海图上，连一丁点陆地也没有，船员却欣喜不已，因为这样的地图轻易就能看懂。



注释：

[1]德谟克利特（Dēmocritos，约前460—约前370），古希腊唯物主义哲学家、自然科学家，原子论创始人之一。

[2]奥托·诺伊格鲍尔（Otto Eduard Neugebauer，1899—1990），美国籍奥地利裔数学史学家，天文学史学家，对古巴比伦数学史尤有研究，破译了不少古巴比伦楔形文字的原始资料。

[3]托勒密（Claudius Ptolemaeus，约90—168），古希腊数学家、天文学家、地理学家、地图学家，提出了“地心说”。

[4]李约瑟（Joseph Needham，1900—1995），英国科学家、胚胎生物化学创始人、汉学家，所著《中国科学技术史》对现代中西文化交流影响深远。

[5]宾伽罗（Piṅgala）是生活在公元前2世纪至3世纪的古印度学者，其著作《诗律经》是有关诗歌格律的重要著述。

零变成了一个数字＞＞

那么，零究竟是在哪里，在哪一刻突然具体化的呢？公元4世纪，在一些往世书里，例如同时代的《风神往世书》和《火神往世书》（也有部分学者认为，创作时间在公元2世纪），有几处就提到了十进位值制记数法。我们可以在公元6世纪的哲学著作中找到例子：“同一个符号，在个位上时称作一，十位上时称作十，百位上时称作百”或者“尽管始终是同一个符号，但是位置一经改变，它所表示的值就会变成一、十、百、千……”。

著名的《瑜伽经》约在公元5世纪由钵颠阇梨编纂而成，书中也有一段类似的评注：“一竖线，位于百位，意为一百；位于十位，意为一十；位于个位，意为一个。女人也正是如此，被‘不同的人’唤作母亲、女儿、姐妹。”总之，这段文字提到的也是十进位值制记数法。

诞生于同一时代的一篇讨论宇宙的耆那教文献表明，一个代表零的符号已经出现了——最初用一个点表示零。苏般度是皇帝鸠摩罗·笈多一世（415—455年在位）的一位朝臣。在他的作品《仙赐传》中，有一首诗：“繁星闪烁，如零点散落在天空。”同时，零点也拥有了一个真正的算符所具备的功能：在一串数字后面添上一个零，意味着将这个数字翻十倍。诗人比哈里拉尔是这样赞美他的恋人的：“她额上的一点/将她的美放大了十倍/正如一个表示零的点/将一个数放大了十倍。”

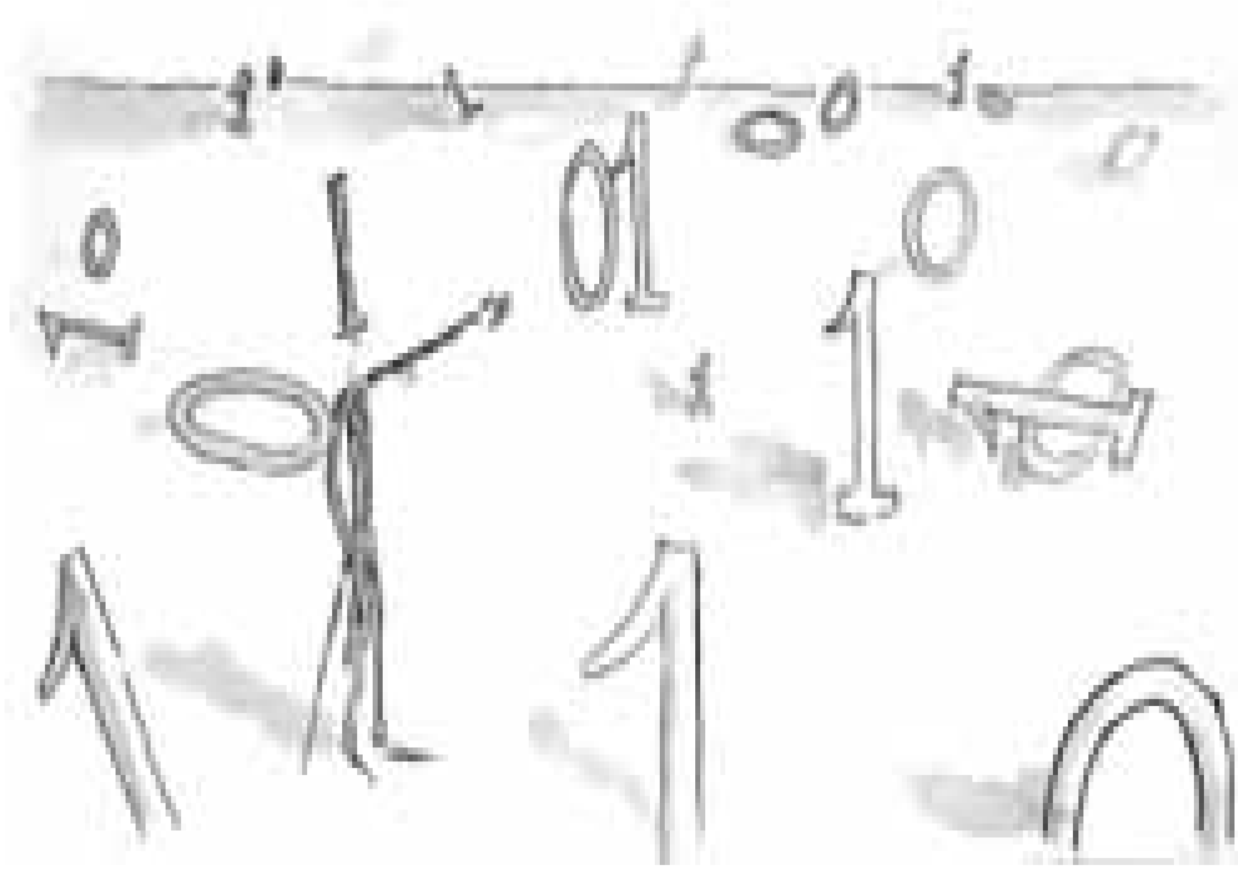
人们发现，在塞琉古帝国的天文学文献中，一些数字里数码与数码之间存在空位。从那之后，人们经过了数百年的等待，终于迎来了这一宿命时刻吗？可以说是，也可以说不是，零就像喀斯特地区的河流，在印度文献中时而出现，时而消失。在《阿里亚哈塔历书》（约成书于公元500年）中，伟大的数学家阿耶波多[1]采用了一种没有零的位值记数法。塞维鲁斯·塞博赫特是一位叙利亚的主教，出生在尼西比斯（如今的努赛宾），生活在幼发拉底河畔的一座修道院中。或许，他也提到了这种位值记数法。事实确实如此，在662年的一份手稿残片上，塞博赫特谈论了印度在天文上的一些精准发现，他们的计算法，以及他们“高明到无法形容的计算方法。所有的计算只用九个数字来完成”。因此，没有表示零的符号。然而，当塞博赫特撰写这段广受赞誉

的评述时，印度数学家们早已开始运用一个表示零的特殊符号，还规定了十进制算术的一些重要特性。629年，婆什迦罗第一在评论阿耶波多的《阿里亚哈塔历书》时说明了这些特性。

总而言之，这宿命时刻已经到来，且注定在人类历史上留下永远的印记！零不再是一个占位符，而是一个数字。我们从小学会运用的是十进位值制记数法，而我们之前看到，埃及人或罗马人的记数法是十进制记数法。那么这种十进制记数法和我们的十进位值制记数法有什么区别呢？1795年，皮埃尔·西蒙·拉普拉斯[2]在巴黎高等师范学院教授数学课时，清晰地解释了这一点。我们从印度数学家们那里学会的记数法依靠“一种巧妙的方法，用十个符号就能表示所有数字（每个符号的值既取决于它本身的数值，又取决于它所在的位置）”。这个方法简直精妙绝伦，别提有多天才了！如此一来，比如数字308，数码3本身的值为3，同时它所在的位置对应的是百位，因此表示300，而在数字803中，相同的数码3仍保有本身的绝对值3，但由于所在位置变成了个位，所以表示3。在这两个例子中，0都表示十位上没有值。“时至今日，”拉普拉斯说，“位值制的概念看起来是如此简单，以致人们不再重视它的意义以及它深刻的重要性。”如果当时人们都不重视，更别说今日的人们了，就算这是一个改变了历史进程的概念。

628年，在《婆罗摩笈多历算书》中，婆罗摩笈多[3]论述了零的特点，规定$a-a=0$，$a\times 0=0$，还有$0\times 0=0$。然而，当遇到一个除以零的数，连像婆罗摩笈多这样杰出的数学家也会出错，他认为一个数除以零会得到某个确定的值（虽然他也说不出来是哪个）。他还认为“0被0除，结果是0”。在婆罗摩笈多的《婆罗摩笈多历算书》问世两百多年之后的850年，马哈维拉[4]也在《计算纲要》中写道：“当一个数除以零，这个数字不变。”

在婆罗摩笈多之后过了五个世纪，伟大的天文学家婆什迦罗第二[5]在他的《算法本源》中写道：“在这个以符号0作为分母的量中，可以加入或取出任意量而无任何变化发生，就像那个无穷的永恒的上帝永远不会发生变化一样。”中世纪的翻译家在翻译这段话的时候，适当地改写了一下，将原文中的毗湿奴换成了基督教徒的上帝。婆什迦罗第二用神做隐喻，看似想说明以0为分母的一个分数是无穷大量，可在那本书后面的部分，他又（错误地）认为一个有限量乘零的同时又除以零，结果仍是一个有限量，即（$a\times 0$）$\div 0=a=$（$a\div 0$）$\times 0$。



马哈维拉的《计算纲要》问世以后，过了几十年，又一个宿命时刻降临了——在实物上第一次出现和如今的0一样的符号“0”。距离新德里南边400千米的中央邦，有一个城市叫瓜廖尔。在瓜廖尔的恰图尔伯胡吉寺庙里，人们发现了一块石板，上面刻有一个年份，对应876年，而零则出现在了两个数字270和50中。这篇用婆罗米文刻写的碑文实际描述的是一个花园，大小为187×270手距[6]。这个花园产出的花，每天足够制作50个供寺庙使用的花环。

而在此之前的上一个宿命时刻里，具体化的零点似乎出现在一块石碑上。20世纪20年代，在柬埔寨的三博波雷古寺发现了吴哥时期的一块石碑。石碑上的文字是高棉文，记录了塞迦历的某一年，上面写着“塞迦历605年，下弦月的第五天”，6和5之间的0是用一个点表示的。公元78年是塞迦历的起始年，因此碑文记录的年代应该是683年。

印度数学家的成果跟随阿拉伯人在地中海沿岸传播了好久，才最终来到中世纪欧洲翻译家的手中。穆罕默德·花拉子米是一位数学家，出生于乌兹别克斯坦，生活于780年至850年间，著有《代数学》（*Al-*

kitāb al-mukhtaṣar fī ḥisāb al-ğabr wa'l-muqābala）。代数（algebra）一词出自书名中的阿拉伯文“al-jabr”的拉丁转写，演算法（Algorism）则出自作者花拉子米（al-Khwārizmī）的拉丁文译名。在《代数学》这部论著中，没有公式，没有零，甚至连九个印度数字也没有出现。而在公元8世纪以前，阿拉伯人使用的是从希腊人那里学来的记数法，传统的希腊数字是用字母表示的。花拉子米在另一部作品——《印度的计算术》中提到了零，“圆圈即无”。我们如今只能看到这部作品的拉丁文版本，与遗失的阿拉伯文真本相比，它在内容上做了相当多的改动。

印度人最初将零命名为“sūnya”，阿拉伯人将其翻译为“sifr”，后来又根据谐音拉丁转写为zephirum，由此衍生出zefiro，最后变成了zero。焦尔达诺·内莫拉利奥[7]也把它翻译成cifra。乔瓦尼·迪·萨克拉博斯科[8]在他流传广泛的著作《论算术》（成书于1225年至1230年间）中写道：“第十个数‘零’被叫作theca，也被叫作circolo、cifra，或者空无的数，因为它意味着空无，可它又以占据位置的方式，赋予了其他数码意义。”这使我们不禁回想起弗雷德吉斯的话。对平民百姓而言，“cifra”指的是一个神秘的符号，而在学者眼里，它是零的近义词。

萨克拉博斯科的《论算术》问世前的数十年中，在托斯卡纳地区的城市里，算术老师们看的是斐波那契[9]的《算法之书》（1202年）。斐波那契在这部非凡的作品中说：“印度运用九个数字进行计算的算法令人赞叹，在学习这种算法的过程中我获得了极大的愉悦，也想知道，在埃及、叙利亚、希腊、西西里和普罗旺斯，人们学的又是什么。”这就是他为什么跟随父亲前往布日伊（如今的贝贾亚市，离阿尔及尔市不远）。其父亲受比萨共和国国王之命，于1192年左右前往布日伊。后来，斐波那契又沿着地中海海岸一路学习（也做生意），一直到君士坦丁堡。《算法之书》大受欢迎，于是他又在1228年编辑了新版本的《算法之书》，也就是今人所看到的这一版。他在第一章的开头写道：“印度的九个数字是9，8，7，6，5，4，3，2，1，用这九个符号，还有被阿拉伯人叫作zefiro的符号0，就可以表示任意数字。”

随着时间的流逝，那九个符号和0沿着贸易和朝圣的道路，进入了欧洲，穿过了英吉利海峡。“现在你不过是个零”，傻子对李尔王说，“我现在还比你强，我是个傻子，而你什么都不是。”一个0，就像罗伯特·雷科德[10]在《艺术基础》（1543年）中教授的那个0。《艺术

基础》是16世纪英国最流行的算术书，在整个17世纪再版了多次。莎士比亚极有可能也学过这本书。“在算术中只用到十个符号。在这十个符号中，有一个表示‘无’，它的写法像一个O，有个特别的名字，叫zero（cipher），虽然有时候其他数字也可以叫作cipher。”确实，cipher这个词意义不明，有时表示零，有时表示某个数字。莎士比亚就利用了这一点。

在《冬天的故事》中，波利克塞尼斯把零理解为一个算符：“如果把零（cipher）放在正确的位置上，数量就会加倍，因此，我要在以前已经说过的千万次道谢之上，再加上我千倍万倍的感谢！”而在《亨利五世》的开场合唱中，零则被当作一个数字，“可不是，一个小小的圆圈，凑在数字的末尾，就可以变成个一百万。那么，就让我们凭这点渺小的作用，来激发你们庞大的想象力吧”。

注释：

[1]这里指阿耶波多第一（Āryabhata I，476—约550），5世纪末印度著名数学家及天文学家。

[2]皮埃尔·西蒙·拉普拉斯（Pierre Simon de Laplace，1749—1827），法国天文学家、数学家和物理学家。

[3]婆罗摩笈多（约598—约668），印度数学家和天文学家。

[4]马哈维拉，印度数学家。

[5]婆什迦罗第二（Bhāskara II，约1114—1185），印度数学家和天文学家。

[6]一种长度单位，一手距相当于0.457米。

[7]焦尔达诺·内莫拉利奥（Jordanus Nemorarius）是一位13世纪的欧洲数学家和科学家。

[8]乔瓦尼·迪·萨克拉博斯科（Johannes de Sacrobosco，1195—1256），是一位僧侣、学者和天文学家，曾在巴黎大学任教。

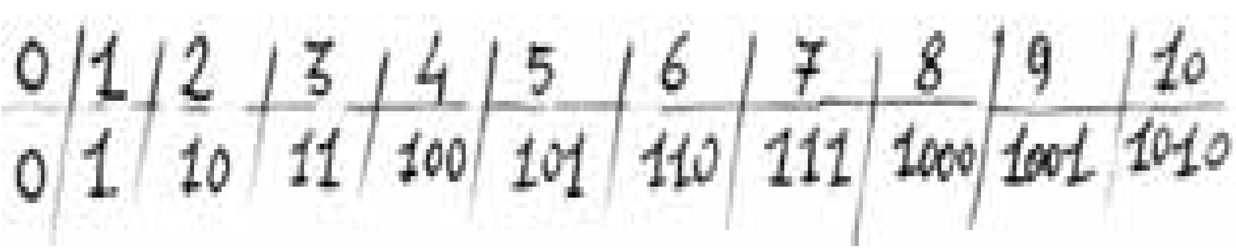
[9]斐波那契（Leonardo Fibonacci，约1170—1250），意大利数学家，西方第一个研究斐波那契数，并将现代书写数和位值表示法系统引入欧洲的人。

[10]罗伯特·雷科德（Robert Recorde，约1510—1558），可以称得上是英国第一个数学教育家。他主张用通俗易懂的本国语言编写数学书，并努力寻找确切的英语词汇代替晦涩的拉丁文与希腊文的术语。

0和1，一切数字的渊源＞＞

1696年5月18日，沃尔芬比特尔市。当时的莱布尼茨，不仅是一家图书馆的馆长，也是不伦瑞克-沃尔芬比特尔公爵鲁道夫·奥古斯特的私人顾问。在这一天，他与公爵就神学与数学探讨了许久，这些话题引发了公爵极大的兴趣。在一份笔记中，莱布尼茨思索着“万物不是源自上帝，就是源自虚无”，这也是他和公爵讨论的话题之一。同时，他也在思考上帝在《路加福音》（10：42）中对马大说的话——“只有一样东西是必要的”，拉丁文语写作“Unum necessarium（唯一的必要）”。伟大的神学家和教育家夸美纽斯[1]将Unum necessarium作为他1668年的一部作品的名字。那是一部类似遗嘱的书，写成两年后，夸美纽斯逝世。

莱布尼茨用数学的四则运算，向公爵举例说明了一种仅仅基于两个数字，即0和1的记数系统。在那一宿命时刻，一个想法最终成形了。实际上，莱布尼茨非凡的头脑在1679年春已经冒出了这个想法——在《论思索伟大技艺的本质》[2]的残存片段中，他写下了“除了无，也就是虚无，剩下的一切都是上帝为自身创造的东西”。这使莱布尼茨联想到了“一种惊人的相似”。或许可以使用一种二进制，来代替人们通常使用的十进制记数法，“以逢二进一的方式进行”。比如，前十个数字是这样写的：



这些二进制数是怎么来的呢？莱布尼茨没有明说这个规律，但是给出了提示：如果想把十进制数转换为二进制数，就把一个十进制数除以二，得到的商再除以二，以此类推，直到商等于零，再将各步的余数倒序排列，就得到了二进制数。假如，我们想把18变成二进制数：18÷2=9余0；9÷2=4余1；4÷2=2余0；2÷2=1余0；1÷2=0余1，因此

$18_{10}=10010_2$。下标的数字表明进制。明白了吗？反之，如果我们想把二进制数转换成十进制数该怎么办呢？从右往左，用二进制数的每一位数依次乘2的幂（从2^0开始），每向右移一位，2的指数就加1，然后将所得结果相加。例如：

$$1101_2=1\times2^0+0\times2^1+1\times2^2+1\times2^3=1+0+4+8=13_{10}$$

莱布尼茨断言，使用二进制将带来无尽的优点和价值，这一点毋庸置疑。你们或许会对此有所疑虑，但后来的你们会发现他的话是对的。莱布尼茨曾说："我们足以注意到，以这种奇妙的方式，所有数字可以都由一和无表示。"尽管人们不可能在生活中接触到"那一系列奥秘的事物"以阐明"世间万物如何起源于上帝和虚无"，可对莱布尼茨来说，二进制已经足以"解释和论证真理"，即便"我们无法完全先验地证明事物发生的可能性，即万物源于上帝和虚无的可能性"。

1697年1月2日，莱布尼茨与公爵再次谈论到了这个话题。在给公爵的新年贺信中，莱布尼茨附上了"一幅画，画上的东西，形状像一枚纪念章。关于它，我希望最近能跟您一起商讨"。他画的是一幅简单的草图，可这样东西值得"流传给子孙后裔也看一看，希望陛下您能下令用银子铸造它"。

在莱布尼茨看来，二进制记数法深深植根于基督教中。巴门尼德的学生麦里梭[3]是一位异教哲学家，他曾说，虚无源自虚无。莎士比亚让李尔王对考狄利娅说："没有只能换来没有。"傻子问李尔王："老伯伯，你就不能从'无'中探求出一点'有'吗？"李尔王说："不，孩子，'无'就是'无'。"而继奥古斯丁与托马斯·阿奎那[4]之后，借莱布尼茨的话说，"万能的上帝在一片虚无中创造出了万物"成了"基督教信仰的主要观点之一，很少有哲学家支持这个观点，异教徒对此更是难以理解"。在他看来，"除了论证，没有比这更好的类比可以说明数字源自1和0，也就是虚无。在大自然和哲学里，很难找到一个比这个奥秘更好的比喻"。难怪莱布尼茨最后说："我画了这枚纪念章：IMAGO CREATIONIS（上帝创世的场景）。"公爵并没有将它做成纪念章，而是在上面印下了一句格言——*unus ex nihiloomnia fecit*（自虚无生出万物，凭一足矣），在奖章中间设计了0和1的符号。



莱布尼茨不仅跟公爵分享了他的发明，还告知了一位结识于罗马，当时身在中国的耶稣会神父闵明我。莱布尼茨乐观地相信这项发明会让自己名声大噪——他希望这个揭示造物之奥秘的发明能够使爱好算术的中国皇帝相信基督教信仰的优越之处，从而转变信仰。伏尔泰在《老实人》一书中嘲笑了他的乐观主义。

虽然二进制将乘除法运算简化为简单的加减法运算，可它也存在缺点，就是表示一些简单的数字时，它需要用很多位数，比如1024转换成二进制数有11位。因此，也无法使用它进行日常计算。莱布尼茨有预见性地写道：新出现的二进制运算“对科学更为重要，将会带来新发现”。数个世纪之后，随着布尔[5]的逻辑代数——规定真假分别由1和0表示，尤其是建立在二进制基础上的现代电脑的出现，发生的一切都验证了莱布尼茨的预言。

莱布尼茨给公爵的信在其死后的1720年出版，被收录在一本小册子里，该册子中也包含《单子论》。在《单子论》问世前，莱布尼茨于1703年在巴黎的《法兰西皇家科学院院刊》上发表了《二进制算术阐释》。他写道，“一位名叫伏羲的古代君主和哲人发明了一种线段。令人惊奇之处”在于二进制算术“竟然包含了这种线段中隐藏的奥秘。传说伏羲生活在四千多年前，中国人认为是他创造了他们的国家和科学”。伏羲是神话里中国文化的创造者，而中国文化又融合在《易经》的八卦之中。《易经》是一本占卜的古书，时至今日仍吸引着大批研究者为之着迷不已。（欧洲第一部完整的《易经》于1924年出版，卡尔·荣格[6]作序。）莱布尼茨认为可以用二进制算术解释“极其重要的”八卦图，卦中完整的线“—”表示1，“--”表示0。

“中国人丢失了这些线段中的意义或许已经有一千多年了。此时，必须由欧洲人对它做出真正的解释了。”莱布尼茨得意地说。接着，他讲述自己把二进制算术告知白晋神父——一位居住在北京的法国耶稣会士，白晋立即就看出这便是解开伏羲图的钥匙。（这一点后来被证实是毫无根据的，理由之一就是白晋神父提供的伏羲图有误。）

鲁道夫·奥古斯特公爵在纪念章上烙印的格言说：自虚无生出万物，凭一足矣。在《以理性为基础的自然和神恩的原则》（1714年）中，莱布尼茨却扭转了问题，依据充足理由律，反向推理，思索着：“为什么其他事物都存在，而虚无不存在？虚无分明是最简单最容易的事物。”这是一个极端的问题，海德格尔在《形而上学导论》（1953年）中换了个问法：“为何在者存在而非虚无存在？”美国哲学家罗伯特·诺齐克在《哲学的解释》（1982年）中也发出了同样的疑问。

在二进制算术中“看见创世的场景”，莱布尼茨的这个思想遭到了拉普拉斯的嘲笑。1795年，拉普拉斯在巴黎高等师范学院的课堂上说：“当人们看见一个如此伟大的人物因幼时形成的偏见而犯错时，就会明白一个摈除了偏见的教育体系将大大推动人类理性的进步。”在《概率论哲学》（1814年）中，拉普拉斯又说：“莱布尼茨以为在他的二进制算术中看到了创世的景象……他想象着‘1’代表上帝，‘0’代表虚无。”拉普拉斯举出这个例子，只是为了指出“即便是最杰出的伟人，也会被幼稚的偏见所蒙蔽”。

莱布尼茨说，0和1是一切数字的渊源。抛开所有对神学的解释，这个思想自从空集出现，在现代集合论中也找到了新的落脚点。表示空集的符号Ø诞生于二战爆发前夕，首见于《数学原本》一书。一群年轻的法国数学家，以尼古拉·布尔巴基为集体笔名，将他们的研究结果撰写成书，即《数学原本》。该书第一卷中写道，集合*E*的“某些特点”对“集合*E*中任意元素都不为真”，那么“它定义的部分就是E的空集，用Ø表示”。

安德烈·韦伊[7]是那群年轻数学家中的一员。半个世纪以后，他在自传《我的学徒生涯》（1991年）中袒露了自己在Ø成为空集符号的过程中扮演的角色，承认了采用Ø表示空集是他的提议。Ø是一个挪威语字母，“布尔巴基小组中只有他认识这个字母”，因为在战争爆发时，他曾在挪威生活过一段时间。

空集是不含任何元素的集合，0被定义为空集，即0=Ø。从0开始，可以根据后继的定义，用递归的方式列出自然数的后继。对任意x，定义x的后继为$x\cup\{x\}$，即合并了x与集合x内所有元素的集合。序列如下：

0=Ø，[8]

1={Ø}，

2={Ø，1}，

3={Ø，1，2}，

…

如果要形成一个包含所有自然数的无限延展的集合，就需要一个恰当的（无穷）公理以确保这个集合的存在，且这个集合包含0及其每个元素的后继。一座从“0”搭建的城堡，以集合为语言，为抽象的自然数的公理性定义提供了一个模板。数学界如今仍普遍采用皮亚诺提出的自然数的公理性定义。

注释：

[1]夸美纽斯（Johann Amos Comenius，1592—1670），是一位以捷克语为母语的摩拉维亚人，职业为教师、教育家与作家，是公共教育的最早拥护者。

[2]原标题为*De organo sive arte magna cogitandi*。

[3]麦里梭（Melissos，鼎盛年约在前444—前441），是一位古希腊哲学家，著有《实在论》，曾对“存在”的性质进行了正面论证。

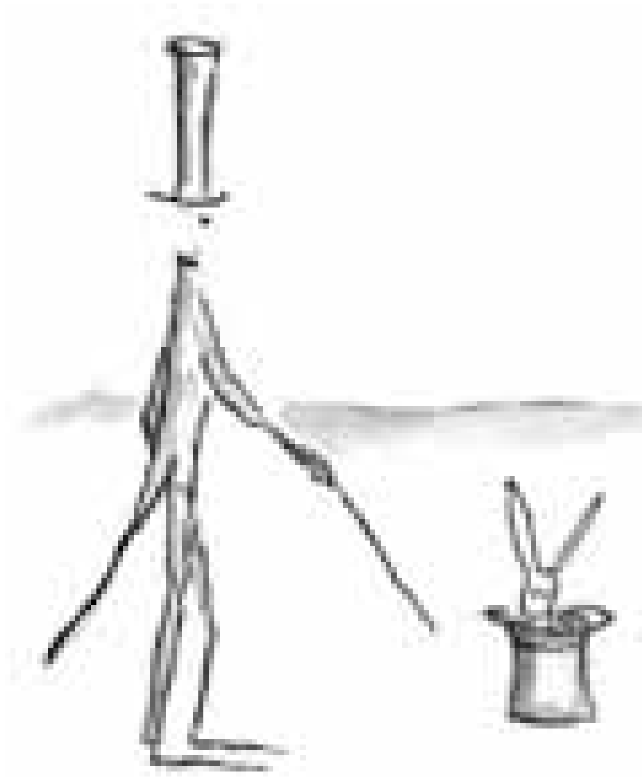
[4]托马斯·阿奎那（Thomas Aquinas，约1225—1274），欧洲中世纪基督教神学家、经院哲学的集大成者。

[5]乔治·布尔（George Boole，1815—1864），英国数学家和哲学家，数理逻辑学先驱。

[6]卡尔·荣格（Carl Gustav Jung，1875—1961），瑞士心理学家、精神科医师，分析心理学的创始者。

[7]安德烈·韦伊（André Weil，1906—1998），法国数学家，主要研究解析数论和代数几何。

[8]此处0和1表示集合中元素的个数。



智者泰勒斯如何测量金字塔的高度?

人们何时发现正方形或长方形的对角线与边长之比无法用整数表示，“无限”随之闯入数学的世界?

这个比例为何又出现在了由一个兔子问题而衍生出的一串数字中，经斐波那契之手成了黄金比例?

你们会在这里找到答案。

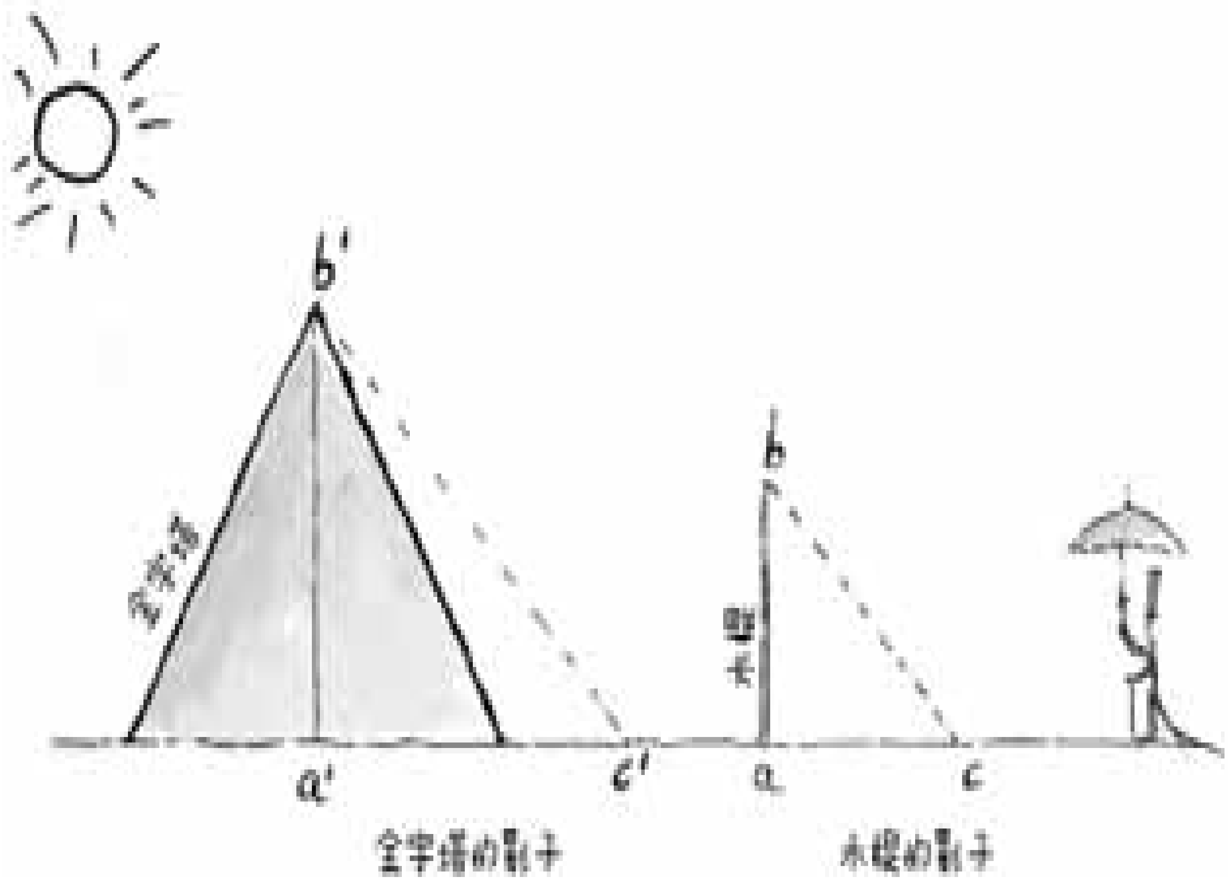
第二章

发现无理数

法老的挑战＞＞

埃及法老雅赫摩斯二世向米利都的泰勒斯[1]发问："如何测量一座金字塔的高度？"古代七智者之一的泰勒斯似乎是这样回答的："当人的影长跟人的身高一样时，金字塔的影长就是金字塔的高度。"反正有个故事是这样讲的。普鲁塔克[2]在《七智者之宴》中说，泰勒斯游历埃及，沿尼罗河而上时，被宏伟的胡夫金字塔深深吸引，于是在吉萨停下了脚步。法老听闻了这位智者的名声，向他抛出了这个难题。泰勒斯在金字塔旁边的地面上垂直插进一根木棍，等到木棍的影子变得跟木棍地上部分一样长的时候，他对法老说："量量金字塔的影子吧，你就会知道它的高度了。"

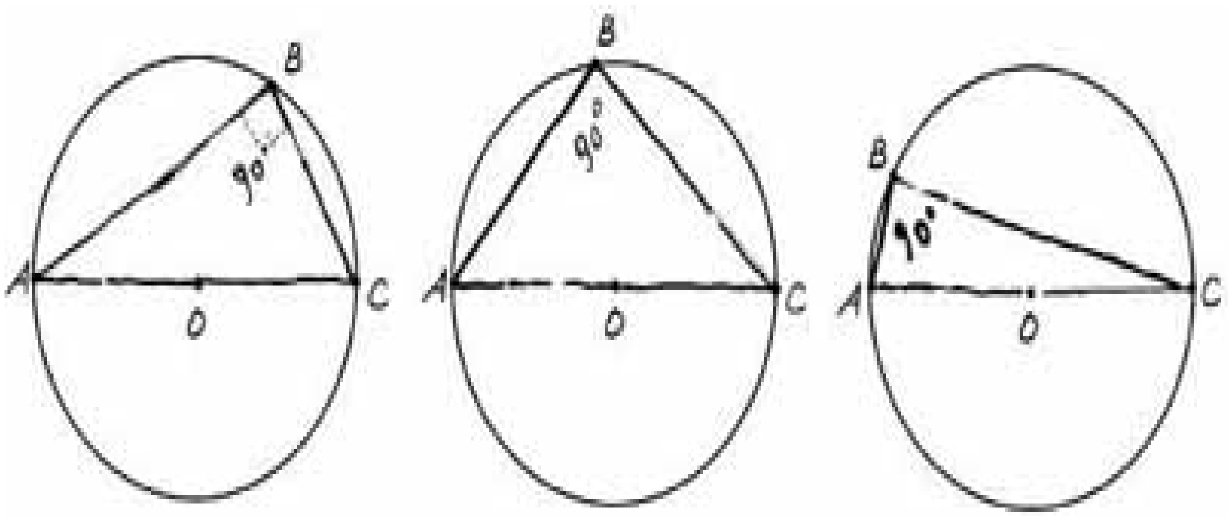
真正的历史或许不是这样的，阿默斯著写的纸草书[3]表明当时根本无须等待泰勒斯的到来。这位米利都的智者生活在公元前7世纪至前6世纪。面对法老提出的问题，泰勒斯提供了他的解决方案，而早在此1000多年前，埃及人就已经清楚地知道如何测量一座金字塔的高度。无论历史真相如何，泰勒斯提出了一个虽然简单但是天才的想法，他所依据的定理被称作泰勒斯定理，至今仍是学生课堂上学习的内容。由这项定理出发，可以推出相似三角形对应角相等，对应边成比例，而在测量金字塔的情况中出现的相似三角形都是等腰三角形。木棍地上部分和它的影子构成了三角形的两条边，其长度可以轻易量出，金字塔的影子同样好量，这样一来就可以确定金字塔的高度了——影子有多长，金字塔就有多高。



有一些关于圆的定理，据说也是泰勒斯发现的。例如，有一条定理是直径将圆分为两半。或许，你们会想这多么显而易见，根本不需要一个了不起的智者下定论，画个图就明白了。你们说的没错。早在泰勒斯提出这项定理之前，古巴比伦人、埃及人和中国人就已经知晓圆的这个特性了。然而，泰勒斯是第一个证明它是teorema（定理）的人，teorema的词源是*thereo*，意思是观察。但这是一种独特的观察，正如柏拉图所说，是用心灵的眼睛去观察。证明了它是定理，意味着直径平分圆适用于所有圆，而不仅仅只是你们用圆规和尺子画出的那个。

泰勒斯提出这项定理的宿命时刻，彻底改变了几何学所研究的物体的本质。它们再也不是美索不达米亚人在黏土板上刻下的图形，或是古埃及测量土地的人在地面上画出的图形。希罗多德把这些测量土地的人叫作埃及测地员。尼罗河泛滥，淹没农田之后，测地员就会重新测定地界，丈量土地。数学家们研究和揭示的是抽象图形的特点，而黏土板或地面上的图形只是抽象图形的近似物，只是它们不完美的

影子。举个不太直观的例子：如果一个三角形*ABC*的三个顶点都在圆上，且一条边是圆的直径，那么该三角形为直角三角形。但丁在《天堂篇》第十三歌中也提到：“也不求知道在一个半圆里能否构成一个没有直角的三角形。”这条定理也被认为是泰勒斯提出的。据第欧根尼·拉尔修[4]说，泰勒斯对他的这项发现得意至极，甚至杀了一头牛来庆祝。



从那个宿命时刻开始，人们已经不再满足于像提供一个解决方法那样去阐述一项几何学上的新发现，比如画一个圆，在上面取三点，三点两两相连，且保证其中两点连成的线穿过圆心，再列举不同的具体例子去证明得到的图形是一个直角三角形。事实上，古巴比伦人和古埃及人在黏土板和莎草纸上留下的就是这种类型的陈述。在泰勒斯之后，人们需要建立一种论证过程，也就是进行逻辑推理以证明这个规律不仅仅在你们绘制的三角形和圆上成立，也适用于世界上任何一个三角形和圆。总而言之，就是适用于抽象的三角形和圆，即柏拉图口中的“理想”的图形。论证开始成为数学推理的独特之处，“我们科学的灵魂”，伟大的哲学家和神秘主义者西蒙娜·韦伊[5]如此说。

1940年初的几个月中，西蒙娜·韦伊在给其兄安德烈的信中谈论到了这些几何问题。当时法国陷入战争，这位年轻的数学家——安德烈因拒服兵役，被关在鲁昂的监狱中等候审判。你们也许会说，在这种处境下还能探讨类似的话题，不得不说有些稀奇古怪。确实，可他们是卓尔不群的人物：西蒙娜·韦伊深受古典文化浸润，曾是西班牙内战的志愿者，她在焦虑不安中诠释着她所在的时代；安德烈·韦伊注定将成为那个世纪最杰出的数学家之一，在狱中时，他还断断续续地修改

他研读原版《薄伽梵歌》后撰写的论文草稿。同样稀奇古怪的还有这场“怪战”：法国对德宣战，实际上两方在几个月间却只有极轻微的军事冲突，直到德军在五月以闪电般的速度入侵法国。在谈论关于泰勒斯和法老的传说时，西蒙娜发现泰勒斯测量金字塔高度的办法，关键在于比例——高度的比例。从这点出发，她设想了下一步：直角三角形的一个重要规律出现了，即毕达哥拉斯定理。正是这一步，让我们走向了另一个宿命时刻，发现了一种不可言说，无法用自然数表述的比例。

注释：

[1]米利都的泰勒斯（Thales，约前624—约前547），传说为古希腊第一个哲学家，米利都学派的创始人。

[2]普鲁塔克（Plutarch，约46—120），生活于罗马时代的希腊作家，以《比较列传》（常称为《希腊罗马名人传》）一书留名后世。

[3]公元前1650年左右，一位名叫阿默斯（Ahmes）的古埃及抄写员抄写了一份数学纸草书，故名阿默斯纸草书，3000多年后的1858年，苏格兰的埃及学家莱因特（A. H. Rhind）在埃及得到了它，因此也被称作莱因特纸草书。

[4]第欧根尼·拉尔修（Diogenēs Laertios，约200—约250），古希腊哲学史家，重要史料《名哲言行录》的编纂者。

[5]西蒙娜·韦伊（Simone Weil，1909—1943），法国犹太人，神秘主义者、宗教思想家和社会活动家，深刻地影响着一战后的欧洲思潮。其兄为法国数学家安德烈·韦伊。

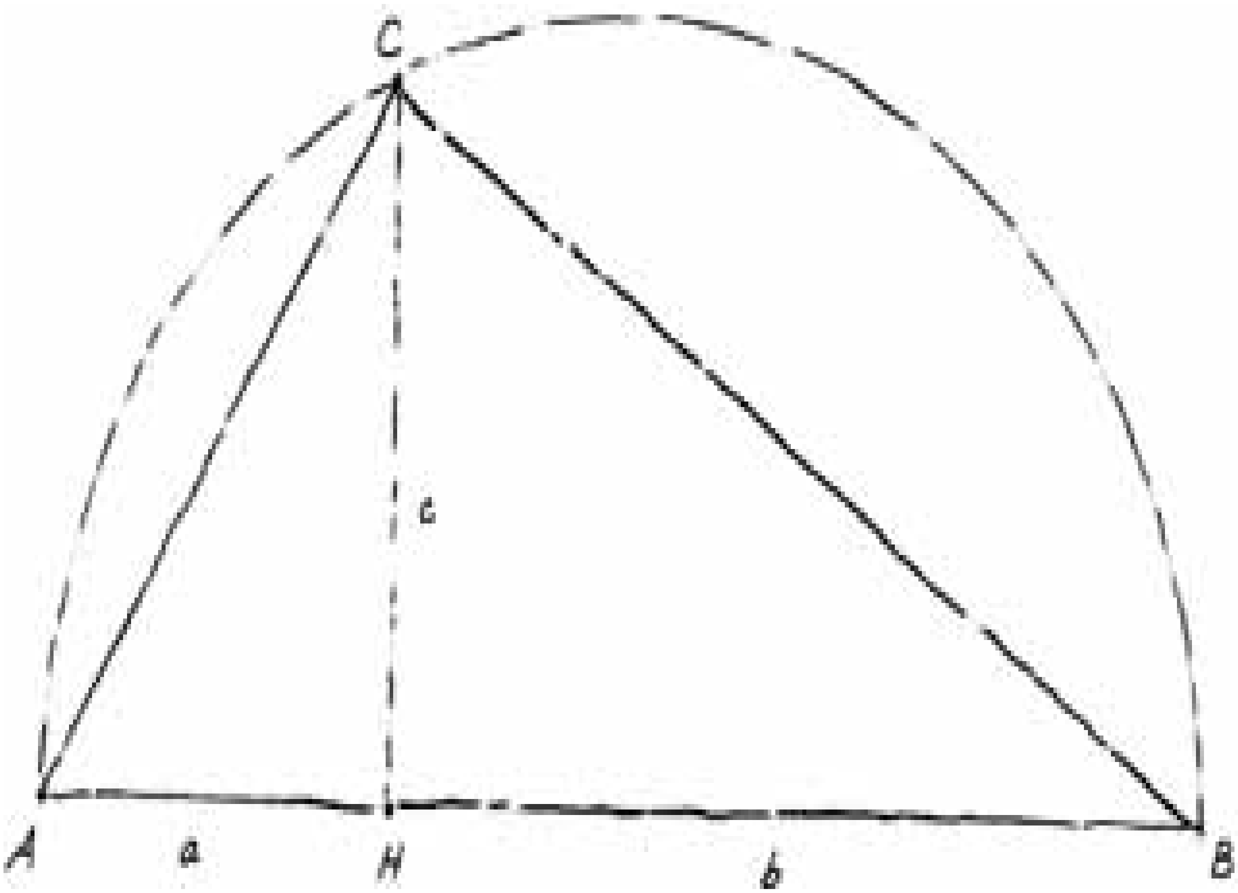
是谁提出了毕达哥拉斯定理？＞＞

这听起来像个关乎修辞的问题。如果不是毕达哥拉斯，会是谁发现了这个一直以来最著名的冠以他名字的数学定理呢？问题就在于，流传至今的关于毕达哥拉斯生平作品的众多历史，真实性都有待考证。他出生在萨摩斯岛，生活在公元前6世纪，关于这两点似乎是可以确定的。杨布里科斯[1]说，毕达哥拉斯在泰勒斯的建议下，多次游历近东，在埃及接受了完整的科学教育。四十岁左右，他离开萨摩斯岛，在卡拉布里亚沿海定居，又在克罗托内创建了一个数学宗教团体。有些人则断言，毕达哥拉斯的第一位数学老师是埃及人——他们发展几何学的时间最长久，其次是算术的研究者——腓尼基人，最后是观察天文现象的专家——迦勒底人。唯一没有争议的是，毕达哥拉斯生前的最后一段时间是在大希腊度过的，先是在克罗托内建立了毕达哥拉斯学派，后来又到了梅塔蓬图姆。

在古代，围绕着毕达哥拉斯的各种奇闻轶事层出不穷。比如色诺芬尼[2]为了取笑那些相信灵魂转世的人所讲的故事：据说，毕达哥拉斯看到有人在虐待一只狗，出言阻止，因为“那是一个朋友的灵魂，我听出他的声音了”。然而，毕达哥拉斯学说流传至今，它的一个中心思想就是变动。奥维德[3]在《变形记》中借毕达哥拉斯之口说：整个宇宙中，一切都不会消亡，只会不断改变面目。人在生命的不同阶段会发生变化，死后，他的灵魂会转移到另一个身体里。柏拉图把这个理论化为己有，并在《美诺篇》中向苏格拉底阐述了这个理论。

有些人说毕达哥拉斯是萨满教徒、巫师和郎中。也有人称他为社会的改革者，一位政治领袖或是领导一个宗教团体的苦行僧。赫拉克利特[4]坚称他是骗子之首，学识博而不精，将他人的智慧据为己有，认为他自己的学说观点最具权威性，是一种“做作的精明”。第欧根尼·拉尔修认为他是第一位自称哲学家和主张太阳中心说的人。而在普罗克洛[5]眼中，毕达哥拉斯是一位与泰勒斯并驾齐驱甚至更胜一筹的数学家，他探究了几何学中最基础的规律，以抽象理性的视角研究定理。

西蒙娜·韦伊在信中让数学家哥哥判定的猜想与毕达哥拉斯的研究结果一致。西蒙娜认为，在研究两个已知量a和b的比例中项c，也就是使$a:c=c:b$成立的量值c时，著名的毕达哥拉斯定理诞生了。正如柏拉图所说，这体现了三个数字或者说三个量值之间最完美的比例。



如果线段$a=AH$和$b=HB$在同一直线上，那么$c=CH$就是这个直角三角形的高。西蒙娜·韦伊说，换而言之，像三角形ABC一样的直角三角形有一个重要特点——它是由两个相似的三角形AHC和三角形CHB并置而成的。她的这个论断建立在从这些相似三角形中可以找到以下两种比例关系：

$AH:AC=AC:AB$和$HB:CB=CB:AB$

由此得出毕达哥拉斯定理：

$$AC^2+CB^2=(AH+HB)\times AB=AB^2$$

这位女哲学家补充说：“当然，我只是在想象，而不是在论证这个定理的发现过程。”总之，我们可以说西蒙娜·韦伊正在努力捕捉毕达哥拉斯发现这个定理的宿命时刻。安德烈评价妹妹说：“她在还原的过程中，排除了所有她个人的假设。我很欣赏这点。”

让我们回到最开始的问题。那个定理真的是毕达哥拉斯提出的吗？这很大程度上不是真的。因为在如今的巴格达附近，出土了一块陶瓦板，可追溯至公元前1775年，它表明古巴比伦人早已掌握这条定理。更有教育意义的是，另一块古巴比伦泥板——普林普顿322号泥板，可追溯至公元前1800年，因一位纽约的编辑——乔治·普林普顿在1922年从一位古董商手里购买了这块泥板而得名，现收藏于纽约哥伦比亚大学普林普顿收藏馆。这块泥板上的文字有四列、十五行，每一行都有数字，研究者认为这些数字是各种勾股数的组合，即满足$a^2+b^2=c^2$的数字a，b，c。

勾股数组是怎么来的呢？如果给了两个互为质数的数m和n，且m大于n，那么由$a=m^2-n^2$，$b=2mn$，$c=m^2+n^2$可得出勾股数组a，b，c，且全部两两互为质数（即a，b，c最大公约数为1，通过验证可以发现完全符合毕达哥拉斯定理）。反之，给出一组两两互质的勾股数组a，b，c，我们总是能在其中找到满足上述条件和比例的两个数字m和n。普罗克洛认为其中一条产生勾股数的规律是毕达哥拉斯发现的，另一条的发现者是柏拉图，但是一些史料显示，另一条是毕达哥拉斯学派哲学家阿尔库塔斯提出的。无论如何，虽然他们还没有掌握现代的代数符号，但可以肯定的是，毕达哥拉斯学派和在他们之前的古巴比伦人已经能够利用公式求出勾股数组了。

因此，在毕达哥拉斯提出定理的数百年以前，古巴比伦人就已经掌握了勾股定理。但是，古代许多地区和文化也都注意到了这一点：三边长分别为3，4，5的三角形为直角三角形。我们可以想象得到，古埃及测地员按与3，4成相同比的长度绘制直角边，作直角三角形，以便在尼罗河泛滥过后重新划定田地，或是为金字塔和庙宇绘制矩形或方形底座。《周髀算经》是中国流传至今最早的数学著作，成书年代至今没有统一的说法（公元前1世纪或公元1世纪）。该书中用两直角边分别为3和4的直角三角形图案说明了勾股定理。这绝非偶然，而是证明了，即便是与卡拉布里亚海岸远隔千里的中国，也发现了毕达哥拉斯定理。

在吠陀时期的印度，一些绳法经（测绳的法规）显示出当时火神阿耆尼祭坛的建造者们也知晓毕达哥拉斯定理。这些绳法经成书时间难以确定（介于公元前5世纪至前2世纪之间）。之所以叫绳法经，是因为它包含了用绳测量尺寸，修筑祭坛的几何法则，祭坛的形状有三角形、方形、矩形、圆形或是多种形状的组合。虽然绳法经只是用一些简单的文字表述定理，没有任何演绎证明，但还是证明了当时的印度人已经懂得了一些几何知识，比如毕达哥拉斯定理以及“以一个正方形对角线为边长生成的正方形，其面积是原正方形的两倍”——最古老的一本绳法经中这样写道。柏拉图在《美诺篇》中借苏格拉底之口也同样提到了这个几何学发现，乍看之下，这似乎只是一个令人惊讶的巧合。西蒙娜·韦伊在一封写给哥哥的信中说，对问题的选择，暗示着那个问题与一种知识相关，而这种知识证实了神圣的智慧从何处发源。“这个知识，如果不是关于不可公度的知识，又会是什么呢？”

注释：

[1]杨布里科斯（Iamblichus，约250—约330），新柏拉图主义哲学的重要人物。

[2]色诺芬尼（Xenophanēs，约前565—约前473），古希腊哲学家、诗人，著有《论自然》。

[3]奥维德（Publius Ovidius Naso，约前43—约17），古罗马诗人，其著作《变形记》是叙述古希腊、罗马神话最重要的作品之一。

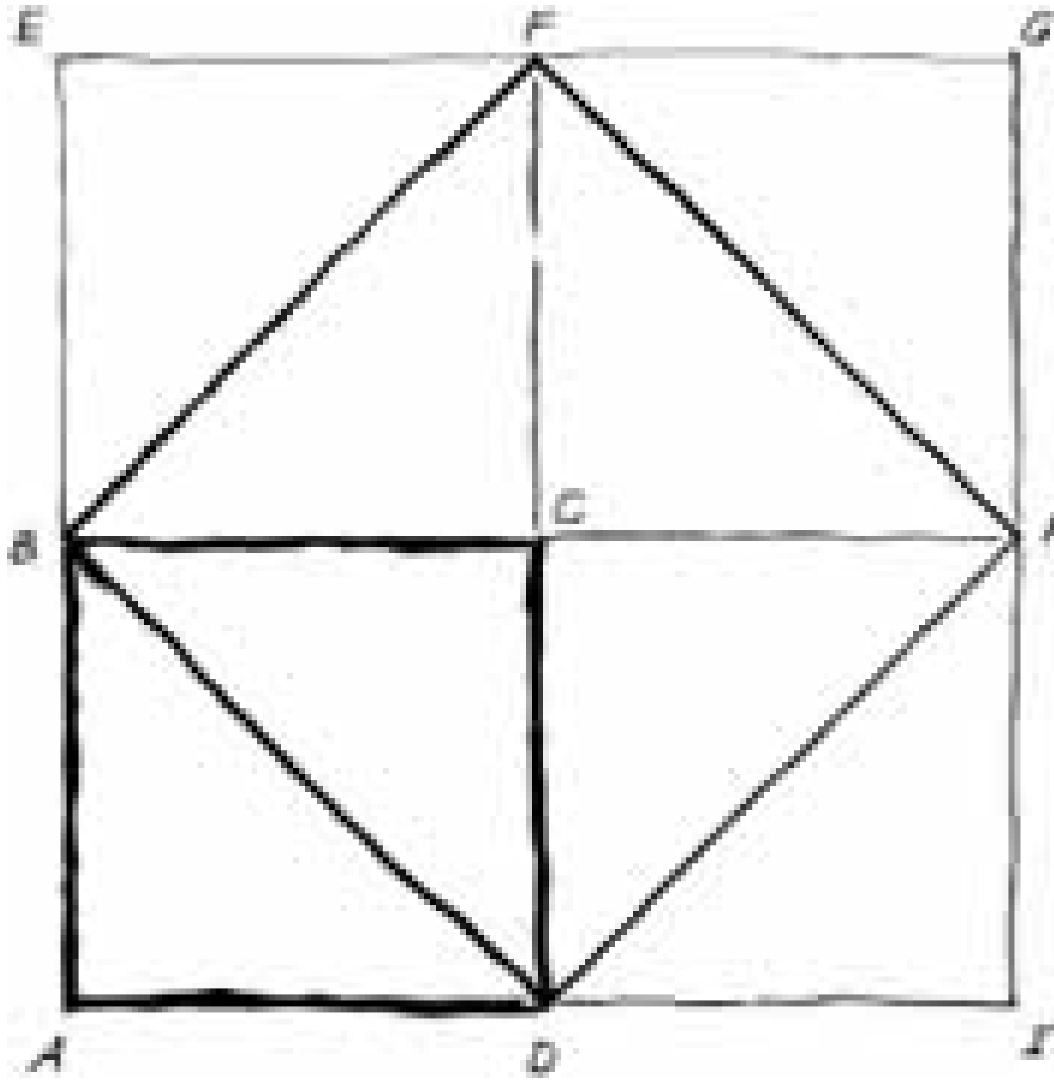
[4]赫拉克利特（Heraclītos，约前540—前480与前470之间），古希腊哲学家，爱非斯学派的创始人。

[5]普罗克洛（Proklos，410—485），古罗马哲学家，新柏拉图主义的集大成者。

一桩逻辑上的丑闻＞＞

存在一些量值，比如一个方形的对角线长和边长，它们的比值是无法用整数来表示的。19世纪末的一位数学家认为这个发现就是“一桩逻辑上的丑闻”。何出此言！这为什么是丑闻呢？因为这个发现第一次使数学陷入了“无限”的迷醉与眩晕中（天文学家让·西尔万·巴伊[1]在18世纪末说，“我们的思维陷入了深渊”）。确实，在这一宿命时刻，“无限”闯入了数学的世界，动摇了这个世界的根基，有人称之为“第一次数学危机”。让我们从柏拉图的《美诺篇》开始，逐步了解这到底是怎么回事。

知识只是灵魂对理念的回忆，因为灵魂是不朽的，它在这世上反复重生，见识了许多事物。为了说明这一点，苏格拉底在冥界向一个不懂几何学的奴隶提问。首先，他让奴隶明白，如果将一个正方形的边长扩大一倍，那么正方形的面积就会变成原来的四倍。接着，他问奴隶：如果想让一个正方形的面积扩大一倍，它的边长该是多少呢？在苏格拉底的引导之下，正确答案如“梦”般在奴隶脑海中浮现。通过几何图形，我们可以清晰地找到这个答案：正方形*BDHF*以正方形*ABCD*的对角线*BD*为边长，其面积是正方形*ABCD*的两倍，同时又是正方形*AEGI*的一半。的确，正方形*BDHF*由四个三角形组成，正方形*ABCD*由两个三角形组成，正方形*AEGI*由八个三角形组成。

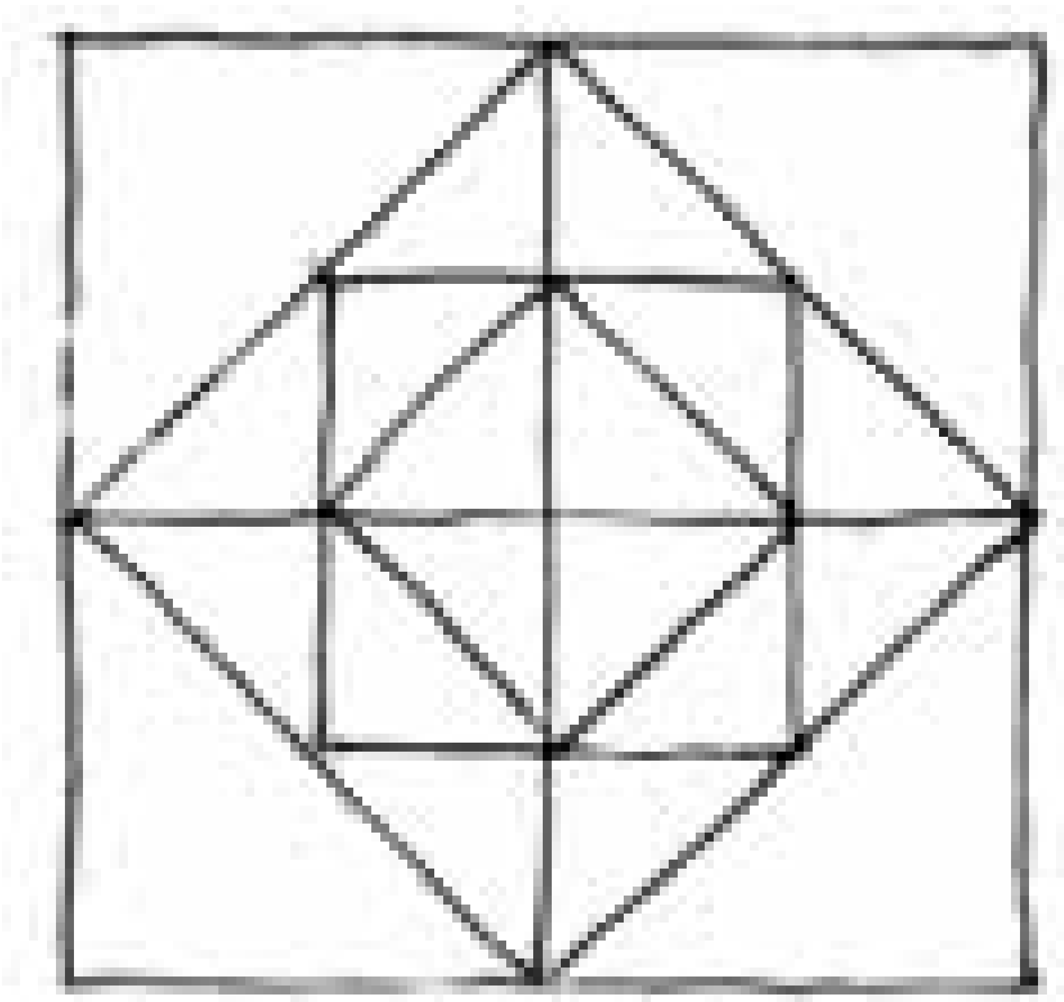


古印度的“法规”也是这样说的，接下来它还解释了如何确定对角线长度，把“法规”步骤翻译成现在的话就是，把边长乘1.4142，就可以得到对角线的长度。但是注意啦！古印度的誊写员发觉1.4142这个值（与真正的值）“存在差额”。如今我们可以说，这是$\sqrt{2}$的近似亏量。“真正”的值其实是1.4142……，小数点代表的是一串连续的无限的数字！一块属于公元前1800至前1600年间的泥板显示，古巴比伦人比印度人更早遇见这种问题。

对角线上刻下了一些六十进制的数码，转换成我们更熟悉的十进制后，得到的值为$\sqrt{2}$的近似值——1.41421296，比古印度人的更精确。这意味着，我们或许有必要回到那个遥远的时代，回到那个宿命时刻：在那一刻，一个不知名的誊写员在泥板上刻下了这个令人震惊的发现——边与对角线是不可公度的。

让我们再看看奴隶在苏格拉底的指导下绘制的画。连接正方形*AEGI*四条边的中点，我们会得到一个占它一半大小的正方形。不断重复这个操作，我们就可以得到无数个正方形，它们的面积越来越小，一个套进一个。这个永无止境的过程会让你们更清楚巴伊所说的深渊。

以对角线*BH*的一半为边长，可以得到正方形*ABCD*，其面积为原正方形*BDHF*的一半。取对角线*BD*的一半为边长得到的正方形，面积是正方形*ABCD*的一半，然后继续重复这个步骤。和之前的一样，这个过程也是可以无限进行下去的，因为线段可以不断地一分为二。如果不断重复这个步骤，你们就会得到一连串越来越小的正方形，这次它们以螺旋形的方式排列，围绕着最初的正方形（如下图所示）。



现在，让我们设正方形*BDHF*的边长*BD*为l，对角线*BH*长度为*d*，l与*d*均为整数。从几何的角度来看，每一个图形都是可以无限平分的（因为线段可以不断地一分为二），可从算术的视角看来并非如此：重复步骤达到一定次数之后就不得不停下来，因为不断地除以2，终会得到一个奇数或是数字1，它们无法被2整除。因此，即便一开始假设正方形的边长和对角线是整数，最后也会发现它与线段可以无限平分这一点相互矛盾，难以并立。

柏拉图在《美诺篇》中通过绘图来论证正方形的对角线与边是不可公度的。亚里士多德在《前分析篇》中提到了柏拉图的这个论证，以说明什么是归谬法。这在当时应该是一个不那么令人意外的结论。亚里士多德曾在多处讨论毕达哥拉斯学派的学说，却从未将这个发现归功于毕达哥拉斯学派。

让我们再次把目光放到《美诺篇》中的奴隶所绘制的画上。亚里士多德认为这是一个陷入荒谬的论证，它“确定了对角线的不可公度性”，而这个论证建立的基础是，如果正方形*ABCD*的对角线*BD*和边长*AB*是可公度的，那么——他只是说——“奇数就会变得和偶数一样”。这明显是个荒谬的结论。

如何解释亚里士多德的这一观点呢？阿芙洛蒂斯的亚历山大[2]在给《前分析篇》所做的评注（公元3世纪）中给出了解释。我们假设对角线和边是可公度的，它们的比例为$d:l$，d和l是两个互为质数的整数。那么d^2与l^2也应该互为质数。我们前面提到过，以一个正方形的对角线为边得到的正方形，其面积是原正方形的两倍，那么d^2与l^2应该也符合同样的比例，即$d^2:l^2=2:1$。因此d^2是偶数，因为它是l^2的两倍。如果一个平方数能被2整除，那么它的半数应该也能被2整除。因此，d^2的半数l^2也应该是偶数，但与此同时l^2又是奇数，因为d^2为偶数，两个互质的数不可能同时为偶数。这就是为什么亚里士多德认为假设对角线和边是可公度的会得出一个荒谬的结论，即奇数会变得和偶数一样。实际上，如今的教科书仍在用这套推理去证明2是一个无理数：假如2是有理数，那么就存在两个互为质数的正整数r和s，使$2=r/s$成立，可得$2=r^2/s^2$，即$2s^2=r^2$。由此可知，r^2是偶数，即$r=2t$（t为整数），可得$r^2=4t^2$，又因为$r^2=2s^2$，所以$2t^2=s^2$，这就意味着s^2以及s是偶数。结论不成立，因为两个互质的数不可能都是偶数。

毕达哥拉斯学派认为算术探究的是“偶数与奇数”的特点，“是绝对不荒谬的”，因此，西蒙娜·韦伊指出，亚里士多德的证明实际上可以追溯到毕达哥拉斯学派，并为公元前5世纪活跃在雅典的诡辩学派提供了辩论的模板。我们可以想象，毕达哥拉斯学派试图在一个整数a和它的倍数$2a$之间找到一个几何平均数$\sqrt{a \times 2a}$，就像他们研

究算术平均数 $\frac{a+b}{2}$ 与调和平均数 $\frac{2ab}{a+b}$ 一样。算术平均数与调和平均数满足 $a:\frac{a+b}{2}=\frac{2ab}{a+b}:b$ 这一比例关系，杨布里科斯称之为“最完美的比例”。毕达哥拉斯学派发现这个几何平均数既要是偶数又要是奇数，便下定结论说这个数不存在。接着，他们还尝试在边长为1的一半的正方形上应用毕达哥拉斯定理。

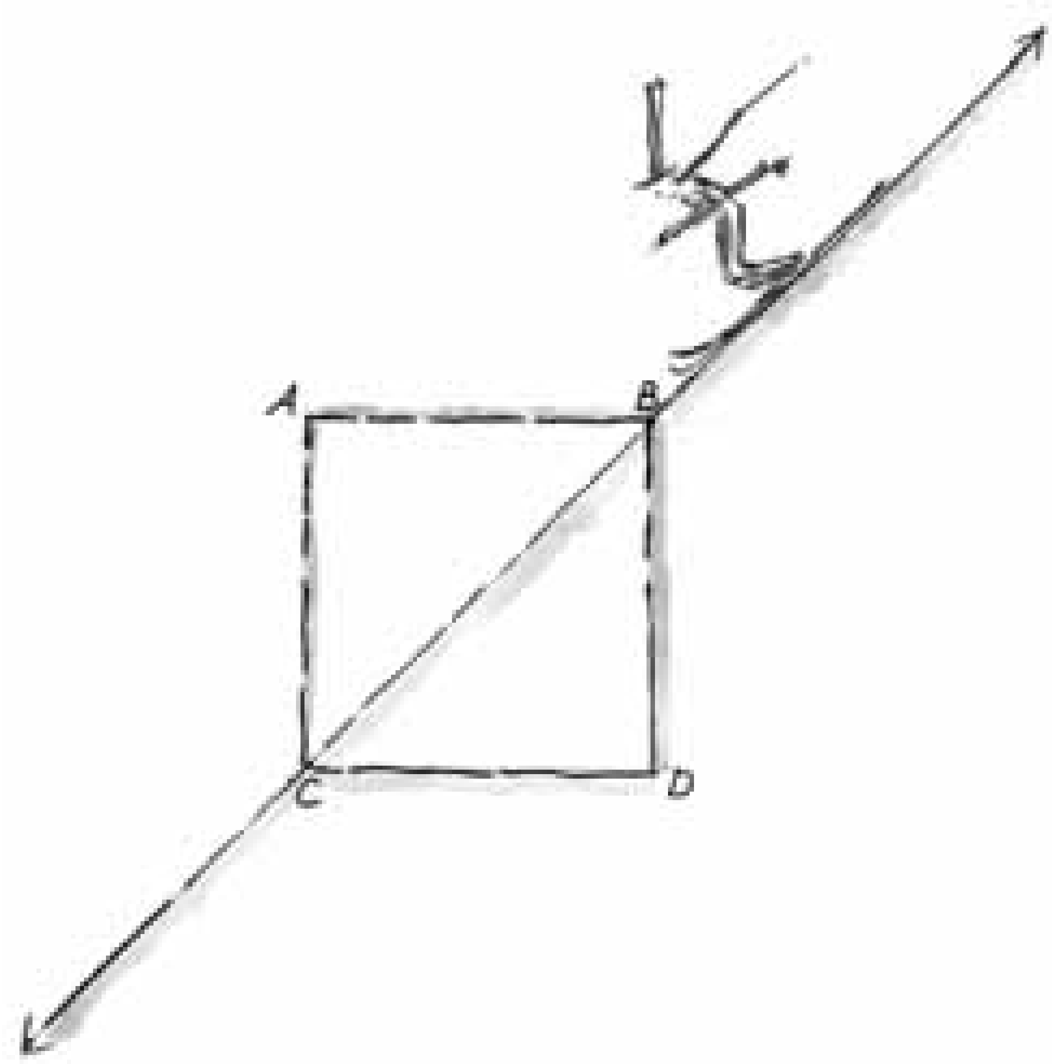
正如我们之前所见，这项研究可以自然地转换为将正方形面积增大一倍的问题。和它十分类似的是倍立方问题，后者来自一个传说，并且在当时悬而未决。传说，提洛岛上瘟疫肆虐，岛民祈求阿波罗降下神谕，告诉他们如何结束瘟疫。阿波罗回答说，要想平息众神的怒火，必须建造一座新的祭坛，跟原来的祭坛一样，是个立方体，但体积要是原来的两倍。当时的数学家们绞尽脑汁也找不到解决办法。和将正方形面积增大一倍的问题一样，解决问题的关键在一个无理数上。用现在的话说，如果a是原立方体的棱长，那么新立方体的棱长x需要满足$x^3=2a3$，即$x=\sqrt[3]{2}\,a$。希俄斯的希波克拉底[3]在两个线段a和$2a$之间插入两个比例中项，即$a:x=x:y=y:2a$，由此可得$a:x=x:y$和$x:y=y:2a$，最终得出$x^3=2a^3$。

西蒙娜·韦伊认为，用正方形的对角线表示比例中项“应该是个立马就能想到的主意”。那么，是谁想到了这一点呢？是谁创造了这一标志着无理数进入数学世界的宿命时刻呢？或许是毕达哥拉斯，但是根据流传下来的各种史料，希帕索斯[4]的可能性更大。无论事实如何，对毕达哥拉斯学派的成员来说，这都是一个不能公之于众的发现。他

们对“那个男人”的理论缄口不言，叫他老师却从不叫他的名字，就像他们叫不出那些比例的名字一样。安德烈·韦伊在给妹妹的信中说，发现数字间存在无法表述的比例关系，这是个巨大的发现——“仅仅只是说出它就足够震动人心”——简直不敢相信它曾被看作“一个简单的科学发现”。相反，对比例的极致追求“导致在古希腊思想发展的开端，存在一种思维与世界（像你说的，以及人与上帝之间）的‘不协调’感。这种感觉如此强烈，令他们不惜任何代价都要跨过那道深渊”。

你们试着想象一下这道深渊指的是什么：当那些深信“万物皆数”的人，发现那些叫不出名字、无法言说的比例时，会是多么惊愕！它们没有logos。logos这个词在古代有很多含义：口语、演说、推理，还表示道理或数量之间的比例关系。它译为拉丁语ratio，这就是无理数叫作irrational number的原因。无理数的发现“谋杀了有利于logos的数字”。在安德烈·韦伊看来，这就是无理数的发现所带来的“悲剧”，它“摧毁了毕达哥拉斯哲学”。

西蒙娜·韦伊提出了反对意见：那个发现根本没有摧毁毕达哥拉斯哲学。“发现$\sqrt{a\times 2a}$不存在确实会令人不安”，可是推翻传统的解读方式，这个有关正方形对角线长和边长的发现可以是“震动人心的，这种震惊并非来自焦虑，而是出于欣喜”，欣喜于看见“一种数字间的比例，它无法用数字表达，无法用确切的数量定义，但它却存在”，就像正方形的对角线长和边长之比一样。总而言之，在西蒙娜看来，“不可公度的发现，根本不是人们单纯认为的那样，是毕达哥拉斯学派的失败，而是他们最精彩的胜利”。“每每回顾几何学，尤其是不可公度的发展历程，总是会出现欣喜和赞扬的声音”，现在我们知道这个声音是源自何处了。



尽管如此，西蒙娜·韦伊接着说，一场悲剧还是发生了，并产生了深远的影响。这是一场关于传播新发现的悲剧，它在“真理观上留下了声名狼藉的一笔，留存至今”。大多数诡辩家都是这种悲剧的制造者，他们告诉大众，无论正方的论点还是反方的论点，他们都能做出有力的论辩。他们获取知识，只为获取权力。用西蒙娜的话说，从公元前5世纪末起，这种知识开始蛊惑人心，鼓吹帝国主义，直至摧毁了古希腊文明，最后罗马人用武力彻底“杀死了希腊，不给它留下丝毫复生的机会”。

这位哲人总结说，因此，“一位毕达哥拉斯学派的学者由于泄露了‘存在不可公度’这个数学发现，在一次海难中葬身鱼腹。众神的这个做法不无道理”。这位毕达哥拉斯学派的学者就是希帕索斯，根据传

说，他因为这个渎神行为而在海难中丧生。而在另一个故事里，希帕索斯是因为创造了正十二面体而在海中丧命。还有一个传说则对希帕索斯的命运更宽容些：由于泄露了无理数的发现，他被逐出了毕达哥拉斯学派。学派的其他成员还为他立了一块墓碑，就好像他已经死了。

正方形的对角线长和边长是一对不可公度的线段，伴随着这个发现，无理数也来到了世人眼前。但不仅仅只有$\sqrt{2}$是无理数。在《泰阿泰德篇》中，柏拉图用不同的论证方法逐个证明了$\sqrt{3}$，$\sqrt{5}$，…，$\sqrt{17}$也都是无理数。如果想要知道无理数的普遍特性，要等到欧几里得提出普遍定理：如果两个正方形的面积无法写成比例，那么它们的边长就是不可公度的。这是对个例进行漫长的研究之后得出的结果。

注释：

[1]让·西尔万·巴伊（Jean Sylvain Bailly，1736—1793），法国天文学家及演说家。

[2]阿芙洛蒂斯的亚历山大是一位古希腊评论家和逍遥学派哲学家，以评论亚里士多德的著作而闻名。

[3]希俄斯的希波克拉底（Hippokrates Chios，约前470—前400），古希腊数学家、几何学家和天文学家。

[4]希帕索斯，希腊数学家，生活于公元前470年前后，是毕达哥拉斯学派门生，据传是发现无理数的第一人。

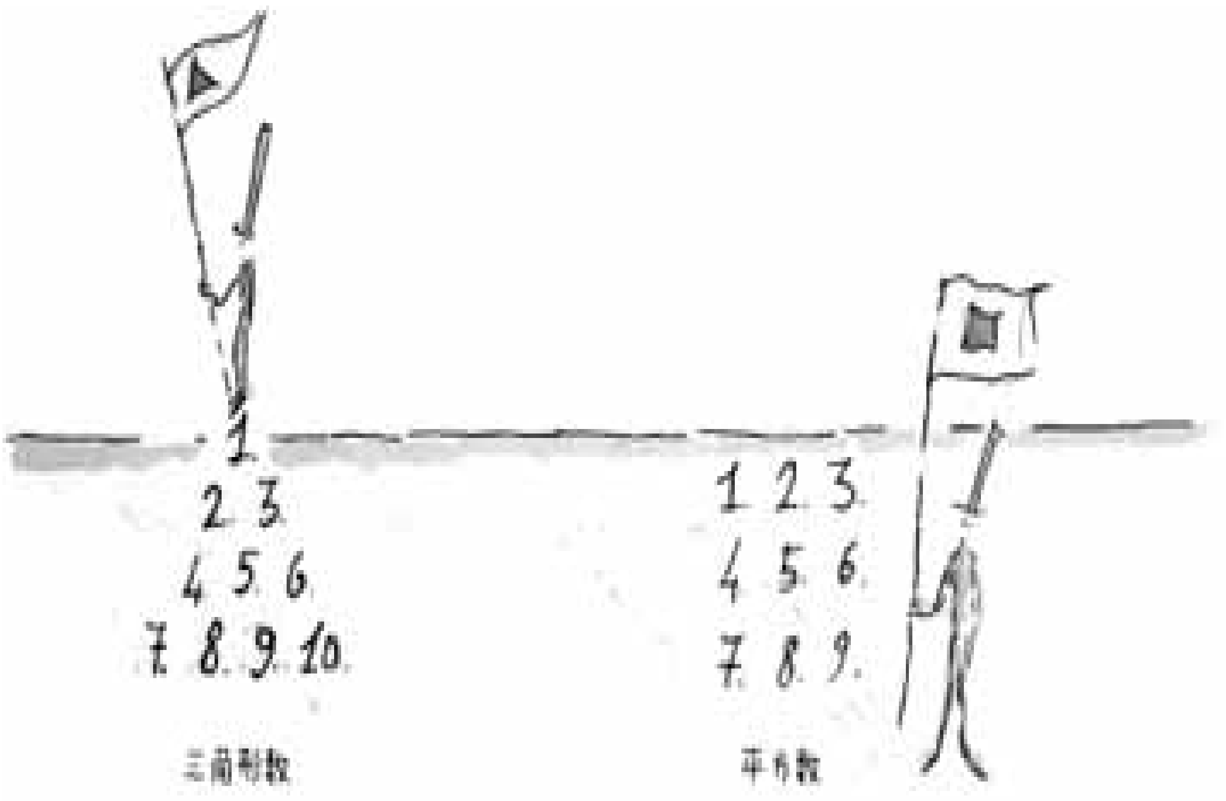
奇妙的五角星和黄金比例＞＞

杨布里科斯认为，毕达哥拉斯的追随者分成了两派，分别为声闻家[1]和数学家。波菲利[2]说，数学家进行高等科学的教学工作，表现得更为严密谨慎，而声闻家则着重于礼节性、象征性方面的教义戒律。但这似乎也只是传说。第一个谈论这些的人是亚历山大城的克莱曼特，他生活在公元2世纪，但最早记录毕达哥拉斯学派数学成就的人很可能是杰拉什的尼科马库斯（生活在1至2世纪）。和这种情况类似，最新的研究表明，许多言论被认为是出自毕达哥拉斯之口，如预言、饮食的禁忌、灵魂重生的学说，实际上则是一些新毕达哥拉斯学派学者的成果，从古代历经数个世纪流传至今。

亚里士多德在回顾了前人的学说之后，在《形而上学》中写道，毕达哥拉斯学派认为数字培育了一种神秘的符号体系，体现在天体的和谐运动中。他们还认为数学的规律就是万物的规律，万物皆数。毕达哥拉斯学派学者菲洛劳斯在作品的一个片段中说："人们认识的所有事物都包含数字，因为如果没有数字，人们不可能想象它、认识它。"

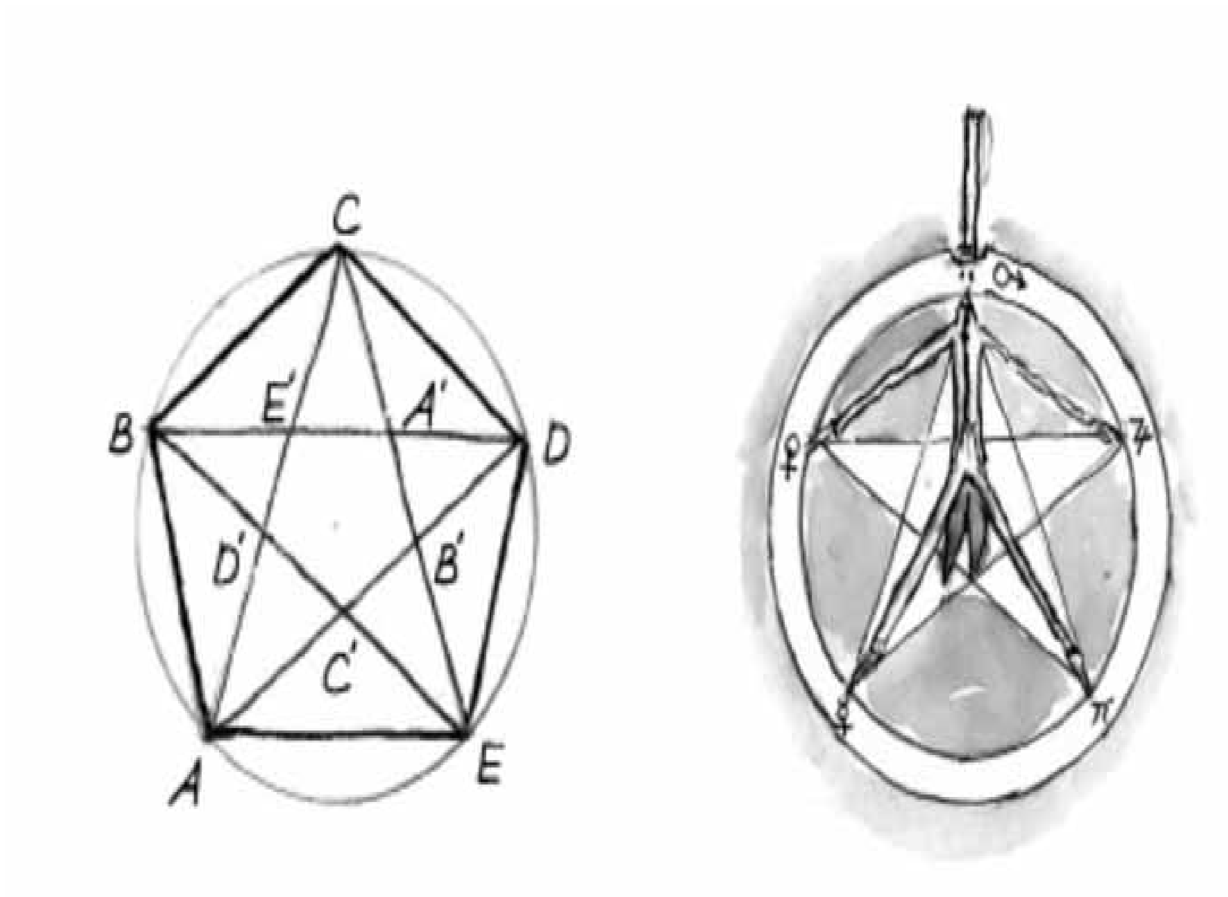
毕达哥拉斯学派似乎称数字1为普罗透斯。普罗透斯是希腊神话中的海神，他能够变成任意形状，拥有一切事物的特征。而"1"像普罗透斯一样，是一切数字的创造者。所有数字都是从1发展而来的，它们是"占据位置的点"。在毕达哥拉斯学派看来，这是用几何表示数字的基础。在如今的数学语言里仍能看到这种"占据位置的点"留下的痕迹，最先跃入我们脑海的就是三角形数，如1，3，6，10……由排列成一个三角形的点表示。

数字10在他们心中似乎有着特殊的地位。它是前四个数字的总和，是神圣的四元体，是最完美的数字。塞克斯图斯·恩丕里柯[3]说，他们把数字10叫作"永不停息的自然之源"，因为它包含了协和音程中两个音震动频率的简单比例，如纯四度（频率比4:3）、纯五度（频率比3:2）和纯八度（频率比2:1）。毕达哥拉斯学派认为整个宇宙的和谐之美都源自这种简单的比例。

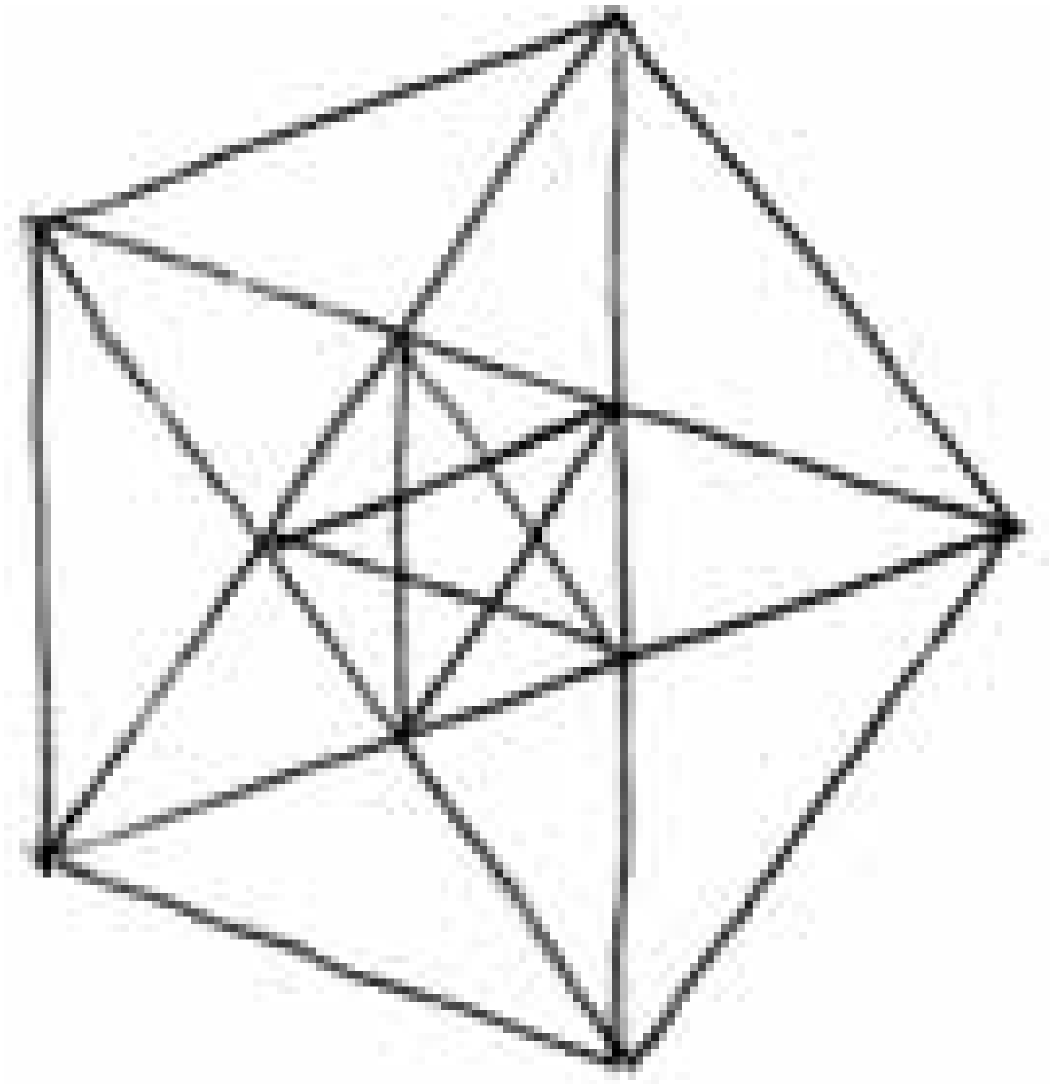


说完三角形数之后，还有平方数。从1开始，加上连续的奇数3，5，7……得到的就是平方数，奇数代表的点数可以摆成一个类似于磬折形（泰勒斯利用影子测量金字塔高度的木棍也叫“磬折形”）的点阵图案，依次连续添加在点数1周围。毕达哥拉斯学派还发现，两个连续的三角形数相加，如1+3=4，3+6=9，6+10=16，等等，得到的也是平方数。然后还有五边形数、六边形数、七边形数等等，它们被称为有形数。之所以叫作“有形数”，是因为它们代表的点数可以排成有一定规律的正几何图形，如五边形、六边形、七边形等等。此外，还有立体数，最简单的例子就是立方数。

在毕达哥拉斯学派的眼中，有形数5占据了一个特殊位置，可用正五边形的5个顶点表示。连接正五边形的对角线，就会得到一个新的五边形和一个五角星。据说，五角星是毕达哥拉斯学派的标志，在中世纪和文艺复兴时期的占星术中也有神奇的含义。阿格利巴·封耐特斯海姆[4]的《论神秘的哲学》于1533年在巴黎出版，书中有一幅图案就印证了这点：一个人内嵌于一个正五边形中，五个角上是不同的占星符号。

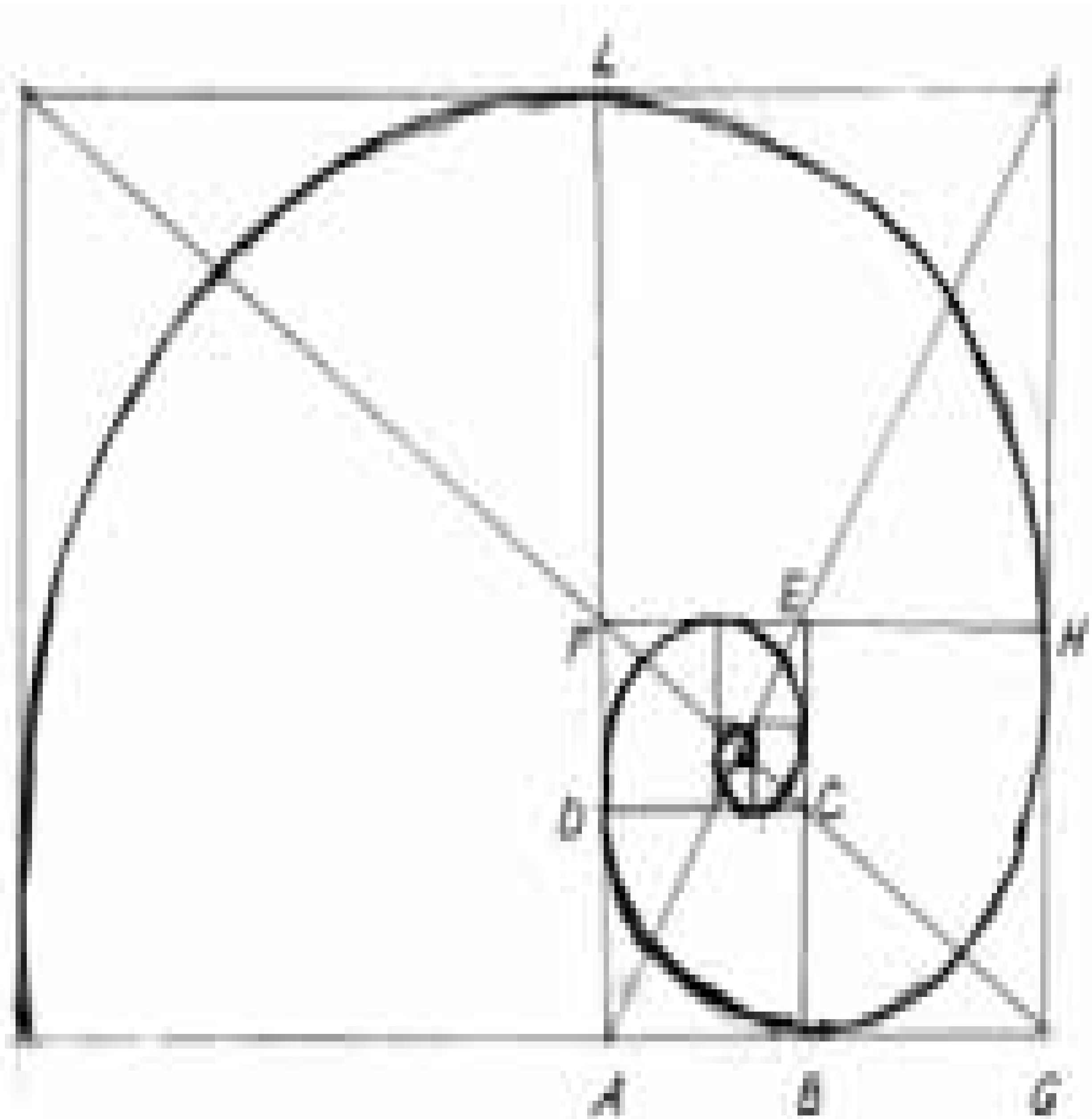


与正方形的对角线一样，连接正五边形*ABCDE*的对角线，也可以得到一个新的更小的正五边形*A′B′C′D′E′*，它的边与原五边形的边平行。不断重复这项操作，就会得到一连串相似的图案——越来越小的五角星和五边形。无限的深渊又一次出现在我们眼前（如下图所示）。



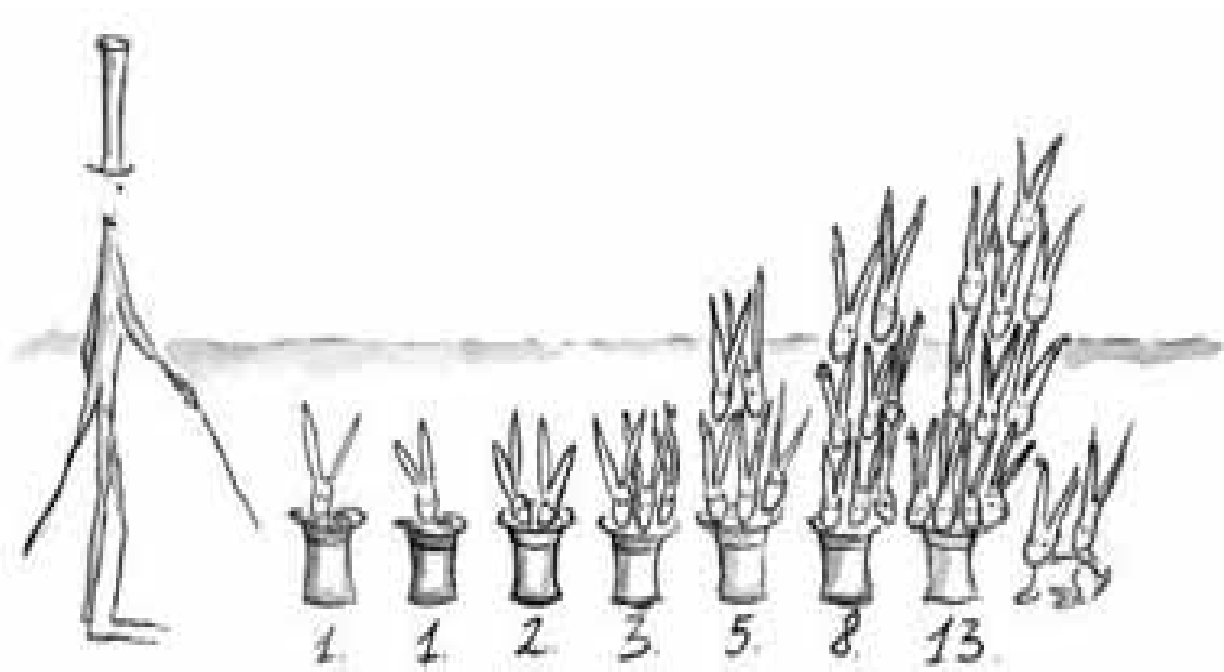
和正方形的情况一样，正五边形的对角线长和边长之间也没有logos，也就是说它们也是不可公度的。有些学者猜测，毕达哥拉斯学派不是在研究正方形的时候发现了无理数，而是在研究正五边形的对角线长与边长之比时，发现无法用整数表示这两个量值之间的比例，从而察觉到无理数的存在。其实，这个比值就是所谓的分割线段的黄金比例$\phi=\frac{1+\sqrt{5}}{2}$，卢卡·帕乔利修士称之为“神圣比例”。卢卡·帕乔利是一位15世纪的数学家，出生在圣塞波尔克罗[5]。黄金分割不仅

存在于线段，黄金矩形*ABEF*的边长*AF*与*AB*之比也是黄金比例，由矩形*ABEF*可以得到一个新的黄金矩形*AGHF*，由它又可以得到一个以*AL*和*AG*为长和宽的新黄金矩形，这样持续下去，就可以得到无尽的面积越来越大的黄金矩形。矩形*DCEF*也是黄金矩形，由它可以得到越来越小的黄金矩形。黄金螺线的螺旋也可以无限扩大或缩小[6]。

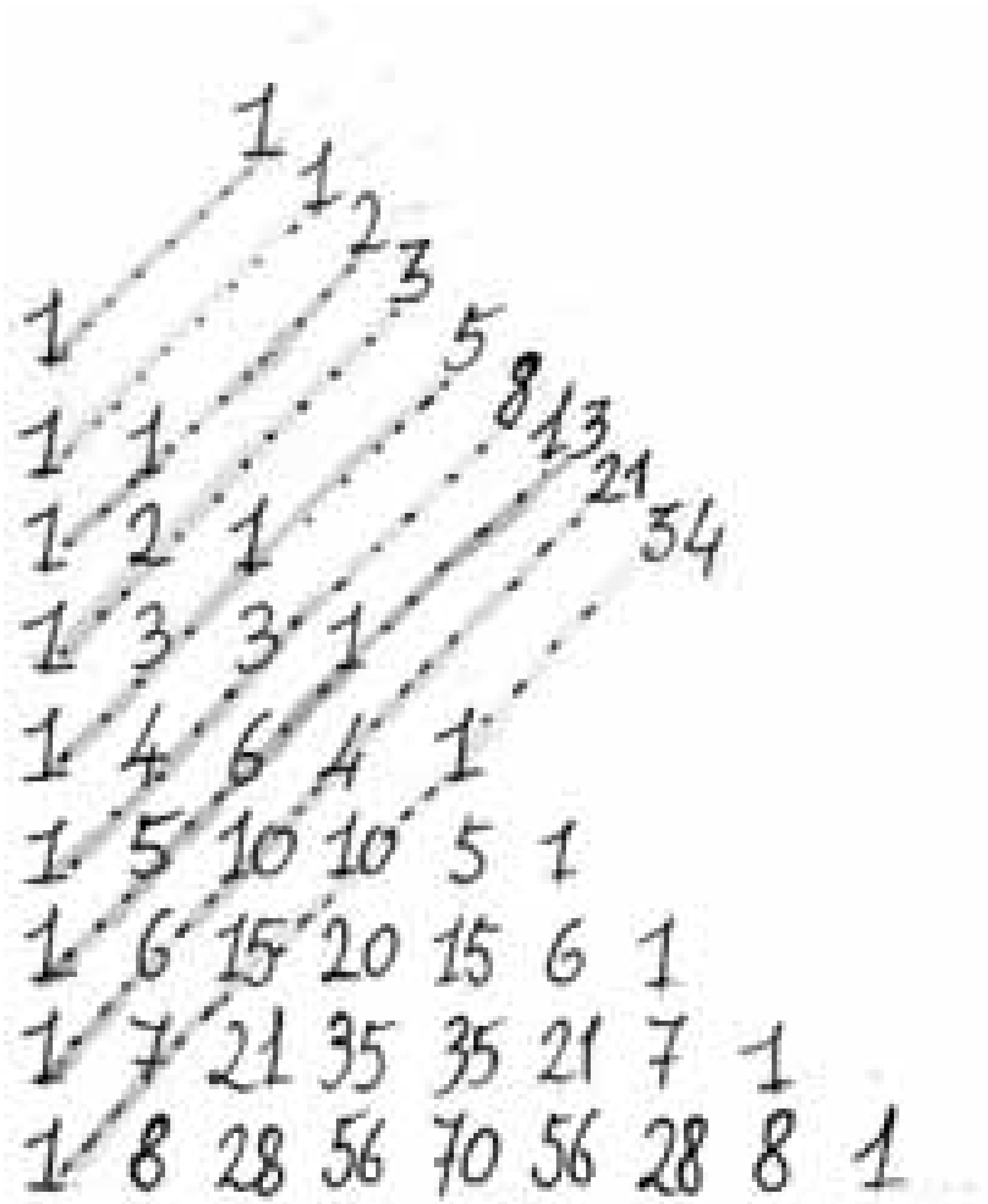


数字ϕ与数列有着紧密的联系。斐波那契原名叫比萨的莱昂纳多，之所以有斐波那契（Fibonacci，意为Bonacci之子）这个名字，或许是

因为他的父亲叫波那契（Bonaccio）。他在《算法之书》里解答一个关于兔子的古怪问题时，得出了斐波那契数列：一对兔子一年里能繁殖出多少对兔子？为了回答这个问题，自然需要一些前提条件。斐波那契解释说，兔子每个月都能生一对小兔，而刚出生的小兔一个月后能长成大兔，再过一个月就能生下一对小兔。因此，到了第二个月的时候，就有3对兔子；其中2对各生一对兔子，第三个月的时候总共有5对；其中3对各生一对兔子，第四个月总共有8对兔子……就这样持续到一年结束，最后总共有377对兔子。



《算法之书》里，斐波那契在这个数字面前止步了。可只要掌握了公式，我们就能让“斐波那契数列”无限地延长下去：从最初的一对兔子开始，每个数字都是前两个数字的总和。因此，这个数列是1，1，2，3，5，8，13，21，34，55，89，144，233，377，…。你们可能不会相信，这个数列起源于一个平淡无奇的兔子问题，却有着许多特性，甚至有一本杂志《斐波那契季刊》出版发行了五十多年，专门研究它。斐波那契数列是从一个关于兔子繁殖的故事中诞生的，这个说法听起来过于离奇，不太可信，反而有可能是斐波那契在他的游历过程中，学会了二项式系数的三角形排列，就是如今学生们在课堂上学习的杨辉三角。中国人早在阿拉伯人之前，就发现了这个三角形。我们可以观察下图，以了解这个三角形：



水平线上的数字是$(a+b)^n$（n=1，2，3，4，…）展开式各项的系数。如此，1和1就是$a+b$中a和b的系数，$(a+b)^2$的展开式$a^2+2ab+b^2$中各项的系数依次是1，2，1，$(a+b)^3$的展开式$a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$中各项的系数依次是1，3，3，1，以此类推。当你们把每条对角线上的数字相加时，得到的恰好是斐波那契数列！我们可以想象，斐波那契正是以这种方式获得了那串数字，然后编造了兔子问题，好让这个如此有组织性的数列更贴近现实。

无论斐波那契数列是如何诞生的，我们在众多领域都能看见它的身影。在自然界，斐波那契数列的应用更是数不胜数。莱奥纳多·西尼斯加利[7]在杂志《机器文明》（1953年）上发表了文章《指导方针》，他在文中问道："你们知道一朵花、一片叶子生长的形状，葵花子的排列方式吗？你们知道叶序吗？"他接着说："一个奇怪的数字，以决定性的姿态，主导着这些生长线。这个数字支配着宇宙中一大半的生物。"

数字$\phi=\dfrac{1+\sqrt{5}}{2}=1.618$满足$\phi+1=\phi^2$它拥有这个独一无二的特点。"我们在松果、蜗牛壳、银河系，还有芽孢杆菌菌落中看到了这个螺旋。"向日葵花盘上的葵花子按螺旋线排列，逆时针34条、顺时针55条，而罗马花椰菜除了有这个螺旋，还具有分形的自相似性，即每一个小花簇都有着和整个花簇一样的形状。还有一些植物的叶子和花瓣，即西尼斯加利所说的叶序，也是围绕着中心轴按黄金螺旋线展开的，这在有些人眼里简直是"生物之谜"。



你们也许会问：黄金分割与斐波那契数列有什么关系呢？开普勒[8]专注于在整个自然界中寻求数字的奥秘，他发现随着斐波那契数不断增大，相邻两数之比会越来越接近黄金分割比ϕ。这个无法表述的数字，是毕达哥拉斯学派的标志，也为卢卡·帕乔利修士提供了一把钥匙，以解开有关五种正多面体的“科学奥秘”，并将成果写进《神圣比例》（1509年）。这是一部“为所有聪敏又有好奇心的人准备的著作”。在卢多维科的米兰宫廷里，帕乔利结识了达·芬奇，后者为他的《神圣比例》创作了精美的插图——实心和空心的多面体，正多面体，多面体截面图和星形正多面体。

注释：

[1]声闻家（Akousmatikoi），指只允许聆听的人。——编者注

[2]波菲利（Porphyrios，约233—约305），古罗马哲学家，新柏拉图派中亚历山大-罗马派的主要代表。

[3]塞克斯图斯·恩丕里柯（160—210），希腊医生、哲学家和怀疑论者。

[4]阿格利巴·封耐特斯海姆（Agrippa von Nettesheim，1486—1535），文艺复兴时期欧洲哲学家、神学家、占星师和炼金术士。

[5]圣塞波尔克罗是一座位于意大利台伯河畔的小镇，今属托斯卡纳地区阿雷佐省。

[6]黄金螺线有一个重要特征，即按比例放大或者缩小，其与原图完全重合，这种特点使得许多数学家对黄金螺线痴迷不已。

[7]莱奥纳多·西尼斯加利（Leonardo Sinisgalli，1908—1981），意大利诗人和评论家。他所接受的早期教育和从事的职业，使其获得了“工程师诗人”的称号。

[8]开普勒（Johannes Kepler，1571—1630），德国天文学家、数学家。他是17世纪科学革命的关键人物，最为人知的成就是开普勒定律。



是否存在一个数字，能够让我们像计算正方形一样去计算圆形呢?

从遥远的古代开始，数学家们一直追寻或者说在越来越严格的限制内仅用尺规去探寻的那个神秘常数究竟是什么?

为什么无数的割圆者最终都放弃追寻那个数字的本质?

第四章

正方形与圆形

圣殿里的水盆与书写员的田地＞＞

在莫扎特一首著名的咏叹调中，莱波雷洛[1]对贵妇埃尔维拉支支吾吾地说：“夫人，……要说这世上的真实情况，正方形和圆形本来就不一样……”随后为她读了唐璜的“情人目录”“我主人爱过的美人们的名字”。因此，就连18世纪末的一个普普通通的仆人都知道正方形和圆形不一样，可见这是一件众所周知的事情。然而，剧作家洛伦佐·达·彭特[2]借莱波雷洛之口说的这段话，或许不仅仅是为了简单的押韵。他也许在暗指一个难题：这个问题难以解决，甚至无法实现，只能是白费力气，引人发笑。这个难题是关于如何化圆为方，换句话说，就是给出一个圆形，如何画出一个和它面积相等的正方形。

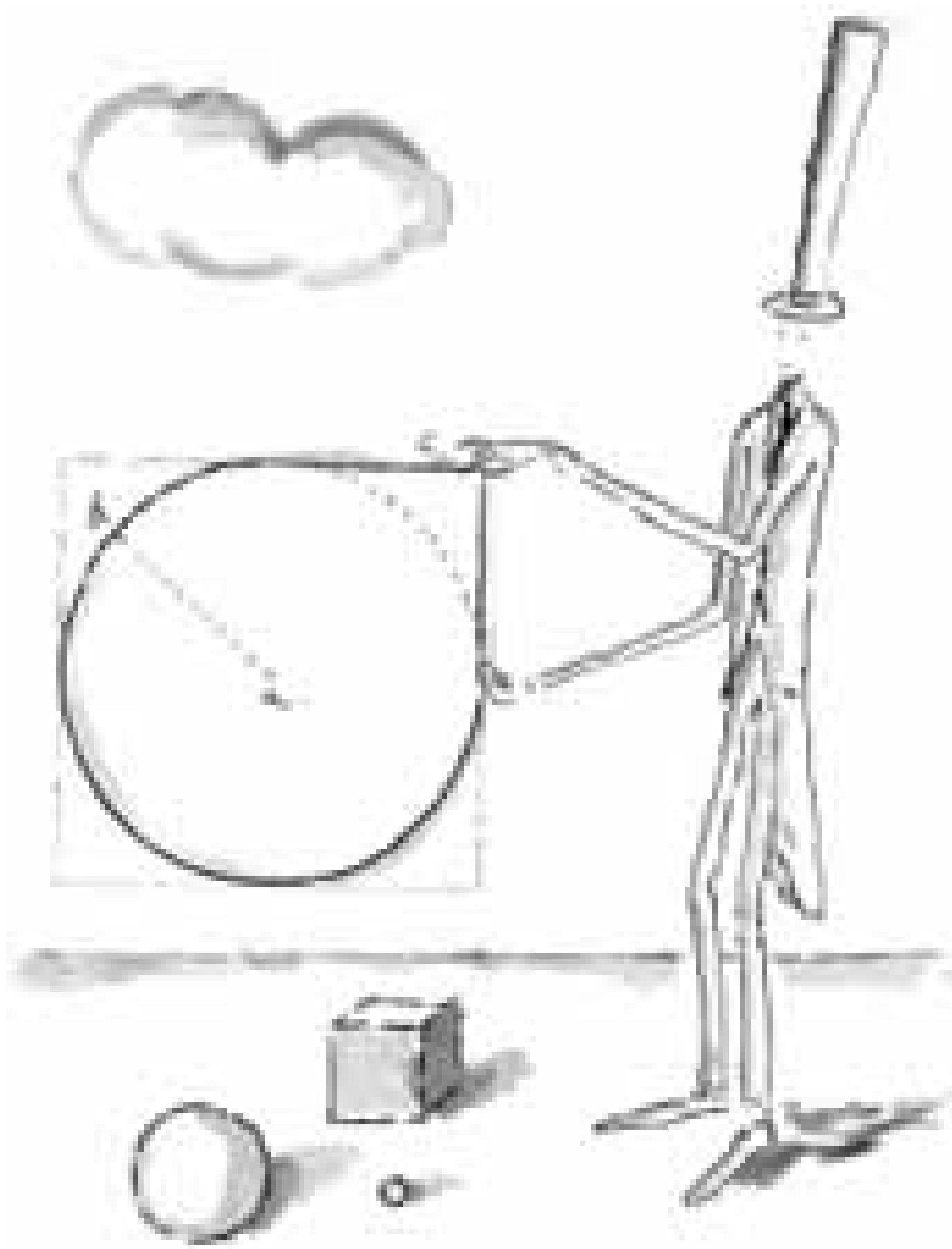
为什么人们思考的是如何将圆形化为正方形，而不是化为三角形或者矩形呢？因为在所有图形中，正方形的大小是最容易测量的，这一点毋庸置疑。只要知道边长，就能计算出它的面积。这也就是为什么从古代起，人们就在思索如何把圆化为与其面积相等的正方形，然后测量正方形的边长大小来确定圆的面积。通过这种方式，人们就能精准地测量出圆的面积，就像人们能精准地计算出三角形、矩形以及任何一个多边形的面积。

达·彭特在撰写《唐璜》（1787年）脚本时，极有可能并不了解这些几何学上的微妙之处。他是皇帝约瑟夫二世的维也纳宫廷诗人。据说，他在写脚本的过程中接受了像贾科莫·卡萨诺瓦[3]这样的专家的帮助，尽管他可能并不怎么需要。因为他其实也是个风流浪子，曾因“与一位受人尊敬的女士公开同居，并扣留这位女士”而被审判，还被控告住在妓院里，在那里组织狂欢会，还和一个情妇生下了几个孩子，而被威尼斯共和国驱逐。这些行为实在令人难以恭维，更别说做出这些

事的人还是一位教士——达·彭特是威尼斯圣路加教区的神父。达·彭特出生在切内达城的贫民窟里，原名伊曼纽·科内利亚诺，青年时皈依了天主教，当地教区的主教给他起了新名字。然后，他进入了神学院，后来还拥有了投票权。所以，他应当很熟悉基督教经典。或许，他还记得《列王纪》中和我们的问题相关的一段内容。

圣经中说，所罗门王命人建造圣殿时，从推罗召来了一个擅长制造各种铜器的匠人，命令他“铸造一个铜海——一个直径为十腕尺[4]的铜盆，必须是完美的圆形；高五腕尺，还得做一条三十腕尺长的绳，能够围住铜盆。”这个叫“海”的铜盆是神父们用来净手的。《列王纪》成书时间大约在公元前550年，照书中这段话看来，如果一条三十腕尺长的绳能够围住直径为十腕尺的盆，就说明当时的希伯来人认为圆的周长是直径的三倍。

圆周与直径之比，化圆为方，两者间有什么关系吗？当然有了，它和圆形的一个特点有关，也是我们在学校里学到过的：圆的面积与周长之间存在紧密的联系，已知圆的周长就可以计算出它的面积，反之亦然。无论是什么圆，无论圆周多少，这两个量值都围绕着一个恒定不变的数字。你们随意选择一个圆，可大可小：无论半径多少，圆的周长与直径，面积与其外切正方形的面积始终保持相同的比例，即始终是同一个比值，你们不觉得异乎寻常吗？



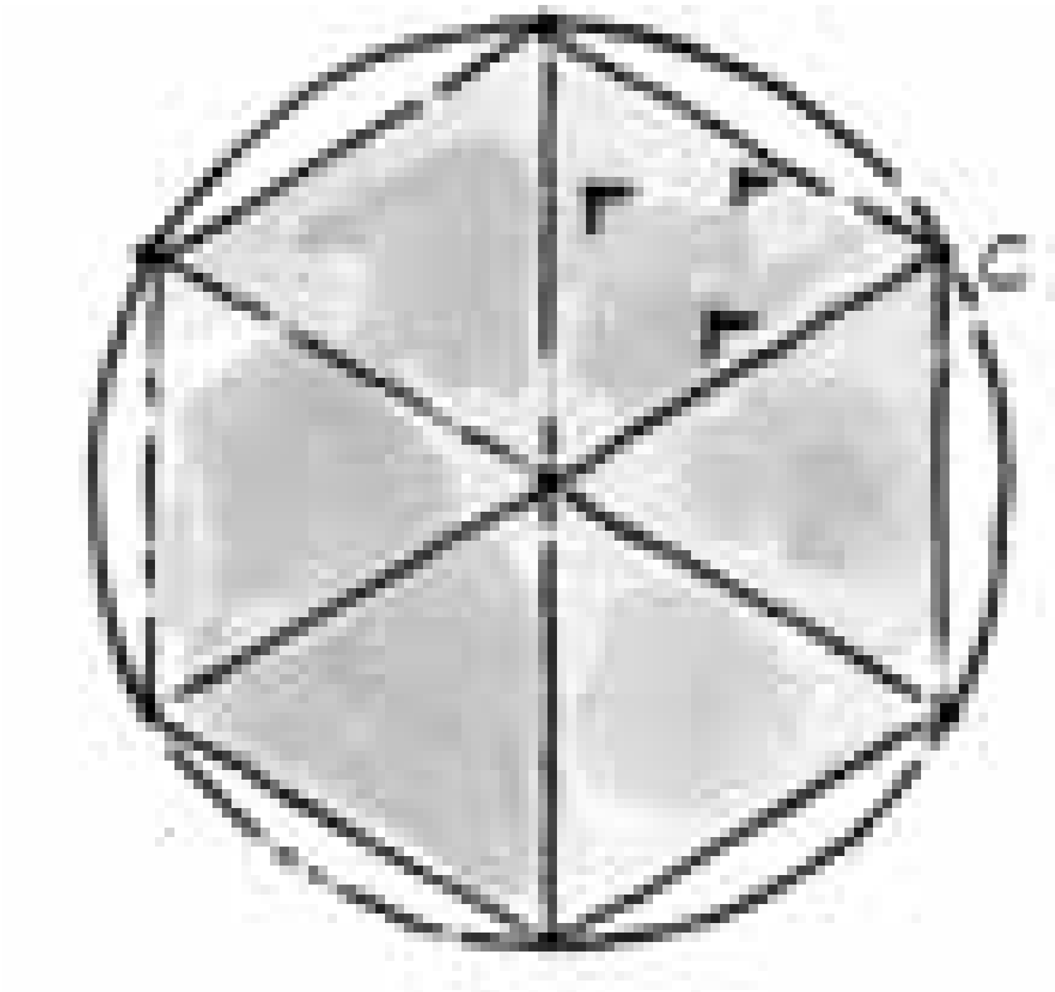
一旦确定了这个数字，化圆为方和精确周长的问题都能迎刃而解。精确周长，有时也等同于找一条与周长相等的直线。确实，只有线段的长度可以准确测量出来。如果想要同样精准地测出曲线的长度，就需要“拉直”它，也就是把它变成相同长度的线段。达·彭特肯定不知晓如何实现这一点，但几十年前，圣彼得堡科学院的一位伟大的

数学家莱昂哈德·欧拉[5]“为了简略起见”，已经开始用希腊字母π表示那个数字了，且被沿用至今。欧拉用当时的“国际”通用语——拉丁语在著作上签名，写作Eulerus，写成意大利语就变成了Eulero。可π只是一个符号，因为就连那个时代最杰出的数学家之一——欧拉也无法精确计算出那个数字。

对书写《列王纪》的犹太人来说，π等于3，可在其他地方早就出现了更加精确的推算。例如，距古巴比伦城约300千米的苏萨城址，在1936年出土了一块古巴比伦泥板，可追溯到大约四千年前，上面有一个正六边形，内接在一个圆里[6]。这块泥板的书写者只能说出六边形与圆形的周长之比，用巴比伦的六十进制记数法表示，就是

$$\frac{57}{60}+\frac{36}{60^2}$$

。



他是怎么发现这个数字的呢？这块泥板表明，古巴比伦人很清楚正六边形的边长是圆半径的6倍，或者说是直径的3倍，也知道圆周与直径成比例。换成我们更熟悉的话来说，书写者认为圆周与直径的固定比值，即我们用π表示的数字，等于$3+\frac{1}{8}$，即π=3.125。

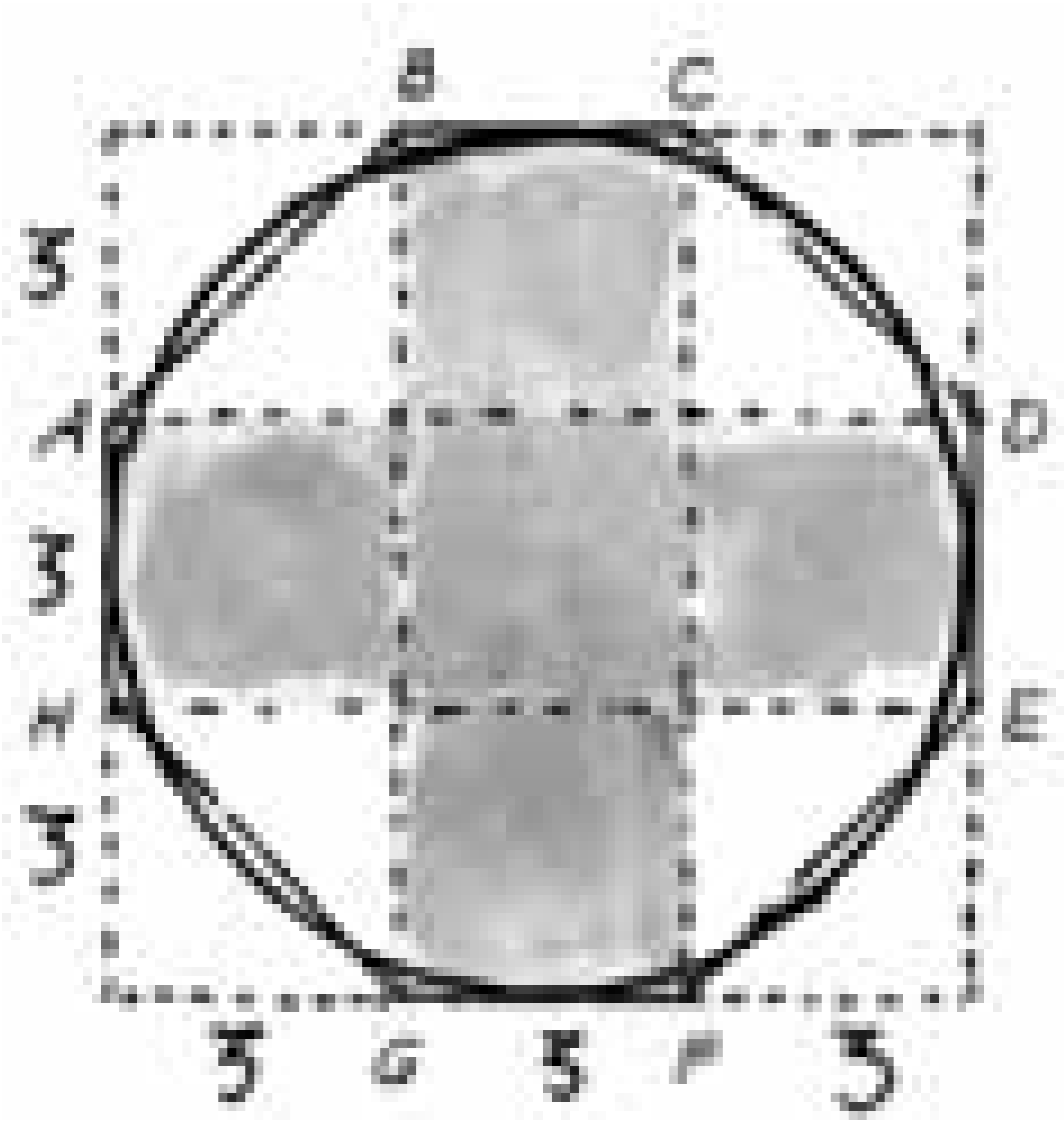
书写员阿默斯的纸草书告诉我们，古埃及人也遇到了同样的问题。这本书以传授“一切现存事物的知识与所有奥秘”为初衷，成书时间为前1650年左右，但阿默斯在内容上依据了更早年代（前2000年至

前1800年间）的一本教科书。那么古埃及人推算出的直径与周长之比是多少呢?

这本纸草书列出的问题50是求一块圆形田地的面积，其直径为9*khet*（*khet*是一种长度单位，1*khet*约等于52米）。想象一下，在现实世界里，有一块这种形状的田地……先不管这个想法有多奇特，书写员给出的解法是将直径缩短$\frac{1}{9}$，得到正方形的边长，就能算出圆形的面积了。换句话说就是，圆形田地与边长为8*khet*的正方形面积相等。阿默斯没有解释为什么，也没有说明他是如何得出这个答案的。他的解法完全基于经验，或许就是这本纸草书揭示的“奥秘”之一吧，就像圆和它的外切正方形面积之比，圆周和它的直径之比，比值始终是同一个数字，都是书中的“奥秘”吧。阿默斯也知道这个数字的存在，从他写下的解法中可知圆和它的外切正方形面积之比为$4\times(\frac{8}{9})^2$，因此π的近似值为3.16。

奥托·诺伊格鲍尔著有一本关于古代数学的极具创新性的书，西蒙娜·韦伊从中了解到古埃及对π的研究成果。在写给哥哥安德烈的信中，她评价说“感觉这个数值很容易想到，设想一些非常粗略的方法就够了”，就像阿默斯极有可能使用的那些方法。这位法国女哲人说，假设我们把这个圆的外切正方形（边长为9*khet*）分成81个小正方形。“为了得到圆的面积，正方形每个角上需要减去3个完整的小正方形，再减去3个半个的小正方形。”西蒙娜·韦伊想象的这个实证过程，应该和阿默斯的相差不远，因为阿默斯在问题48中也给出了一个类似的证明过程。

问题48讨论的是一个正方形的内切圆，正方形边长为9*khet*。阿默斯将每条边平均分成三段，画出一个八边形*ABCDEFGH*，因为各边长并不相等，所以不是正八边形。如果要计算八边形的面积，可以把边长为3*khet*的小正方形和半个小正方形相加，结果为63。此时，尽管圆比八边形大一点，但面积已经非常接近八边形的面积大小。或许是为了“弥补”那点误差，阿默斯将答案63替换成了64，然后说明了解法。他的方法也具有简化计算的特点。和他遥远的古巴比伦同事一样，阿默斯也无法确切地知道那个常数的值，只能提供一个单凭经验的证明方法。而那个常数一经确定，只要知道直径，就能计算出圆的面积。



无论事实如何，这位书写员肯定没想到，他的问题竟然开启了之后数百年里最著名的难题——如何化圆为方，众多数学家为之苦思冥想，不得其解。

除了阿默斯，古代中国的数学家也喜欢研究圆形的田地。在中国经典著作《九章算术》中，有一个问题和阿默斯提出的十分类似："今有圆田，周三十步，径十步。问为田几何？"（1步约等于1.4米）。你们会注意到，和《列王纪》一样，问题中也暗示了π的值为3。在《九章算术》后面的问题中，田地的形状又是什么样的呢？"今有环田，中周九十二步，外周一百二十二步，径五步。问为田几何？"你们或许会感到意外，原来我们在学校课堂上绞尽脑汁思考的那些脱离现实的稀奇古怪的数学问题，古已有之。

注释：

[1]莱波雷洛（Leporello），歌剧《唐璜》中主人公唐璜的侍从。

[2]洛伦佐·达·彭特（Lorenzo da Ponte，1749—1838），意大利裔美国人，18世纪及19世纪著名歌剧填词家、诗人，创作了《唐璜》的剧本。

[3]贾科莫·卡萨诺瓦（Giacomo Casanova，1725—1798），极富传奇色彩的意大利冒险家、作家，"追寻女色的风流才子"。

[4]腕尺，古时长度单位。1腕尺约合44.37厘米或46.38厘米。——编者注

[5]莱昂哈德·欧拉（Leonhard Euler，1707—1783），瑞士数学家和物理学家，近代数学先驱之一。

[6]这种古老的化圆为方的方法其实在理论上存在缺陷。它是微积分中极限逼近思想的体现，但是极限逼近需要从圆的外部和内部同时逼近，才能获得精确值。

测量大气……和月亮＞＞

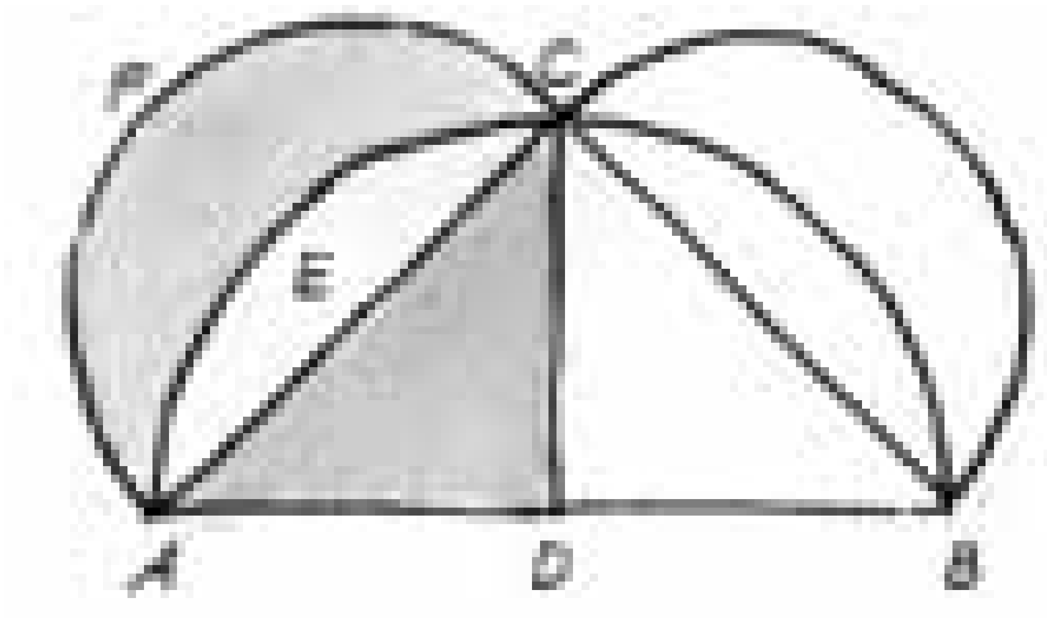
在普鲁塔克的著作中，困扰哲学家阿那克萨哥拉[1]的问题同样历史悠久，存在于公元前5世纪。阿那克萨哥拉是伯里克利[2]的良师兼益友，他认为太阳和月亮不是神，只是一个炙热的球体和一大块反射太阳光的岩石，因此被判渎神罪。为表明人的幸福与美德不会随身处的地方和环境而改变，普鲁塔克在《论流放》中说：阿那克萨哥拉竟然在监狱中研究化圆为方的问题。普鲁塔克是第一个无意间提及这项研究的人。他没有告诉我们，阿那克萨哥拉是否解决了这个问题，也没有讲述阿那克萨哥拉在思考这个问题时遇到的困难。阿那克萨哥拉被伯里克利从牢狱中救出后，遭到了放逐，不得不离开雅典，去往小亚细亚海边的一片希腊殖民地——兰萨库斯。

阿那克萨哥拉逝世十多年后的公元前414年，阿里斯托芬[3]在他的杰作《鸟》中嘲笑了勘测员默冬。默冬上场时，手持测量仪器，吹嘘自己在整个希腊无人不知，无人不晓，还知道如何化圆为方。珀斯特泰洛斯问默冬要做什么，这些仪器有什么用，默冬回答说这些是“测量空气的工具”，因为“整个大气有如极大的洪炉。我把这根角尺放在这上面，在这点放上我的圆规。明白吗？”珀斯特泰洛斯当然不明白，于是默冬向他解释说：“我用这根直尺测量，化圆周为四方。”“这家伙简直是个泰勒斯！”珀斯特泰洛斯感叹道，“默冬啊，听我的话，偷偷地溜了吧。”“为什么呢？”默冬问，“有什么危险吗？难道在打内战？”“那倒不是。”珀斯特泰洛斯回答说。当时的雅典正在和斯巴达交战，同时活跃着苏格拉底与一批诡辩家。在雅典“就跟在斯巴达一样，这儿的人反对外国人”。我们可以这么说，不是什么新鲜事。“城里挨打的可多着哩”，乱得很。可怜的默冬来不及离开，就挨了珀斯特泰洛斯的拳头，引得看这幕喜剧的观众哄堂大笑。

总之，一个想要化圆为方的数学家成了可怜的笑柄。他所做的一切都是白费力气，浪费时间，就像化圆为方这件事本身就是徒劳的。然而，几十年前，也就是公元前450年至前430年，在雅典不仅活跃着阿那克萨哥拉，还有希俄斯的希波克拉底。在上文讨论倍立方问题时，我们已经认识了希波克拉底。他还能将一些与圆相关的曲线图形

化为等积正方形。卡洛·埃米莱奥·加达[4]在《机械》中用极富想象力的文字说：“某个希波克拉底掌握了化曲为直的技巧，他设想了一些月形，认为（且人们依然认为）它等于直角三角形的面积并从三角形中冉冉升起。”

加达在说什么？月形又是什么？顾名思义，月形长得像一弯月亮，通过看图，我们会对它有一个更清晰的认识。

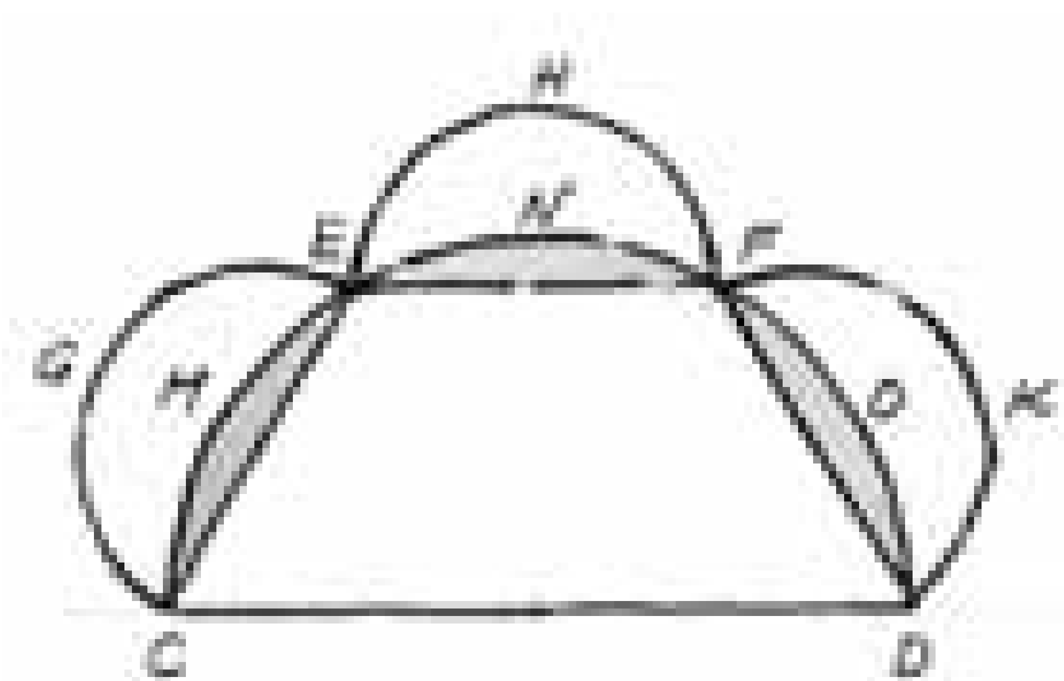


圆弧*AFC*和*AEC*之间的部分就是月形。希波克拉底先认定直角三角形*ABC*内接于半圆，然后证明月形*AFCE*（阴影部分）的面积等于三角形*ADC*（阴影部分）的面积。他是这样论证的：由毕达哥拉斯定理可知$AB^2=AC^2+CB^2=2AC^2$，然后依据两个圆形或半圆形面积之比等于其直径的平方比。换句话说——希波克拉底解释说——你们任取两个圆形，这两个圆形（或两个半圆形）的面积之比等于以它们的直径所作的正方形的面积之比。因此，由$AB^2=2AC^2$可知以*AB*为直径的半圆*ACB*的面积是以*AC*为直径的半圆*AFC*面积的两倍。而半圆*ACB*的面积又是四分之一圆*ADC*面积的两倍，即半圆*ACB*的面积=四分之一圆*ADC*的面积的两倍。所以，半圆*AFC*的面积=四分之一圆*ADC*的面积。现在，让我们看图：如果去掉半圆*AFC*和四分之一圆*ADC*的共同部分*AEC*，剩下的是什么呢？一边是月形*AFCE*，另一边是直角三角形*ADC*，所以该三角形与月形面积相等。希波克拉底可能会说，你们

成功把月形变成“方形”啦。很明显，你们只考虑了图形的一半。的确，*AFC*是以*AC*为直径的半圆，你们可以画出它的另一半，即以*BC*为直径的半圆，如此一来，你们就得到了与月形*AFEC*对称的月形。因此，正如加达所说，这两个月牙从直角三角形*ABC*中“冉冉升起”，且与它面积相等。

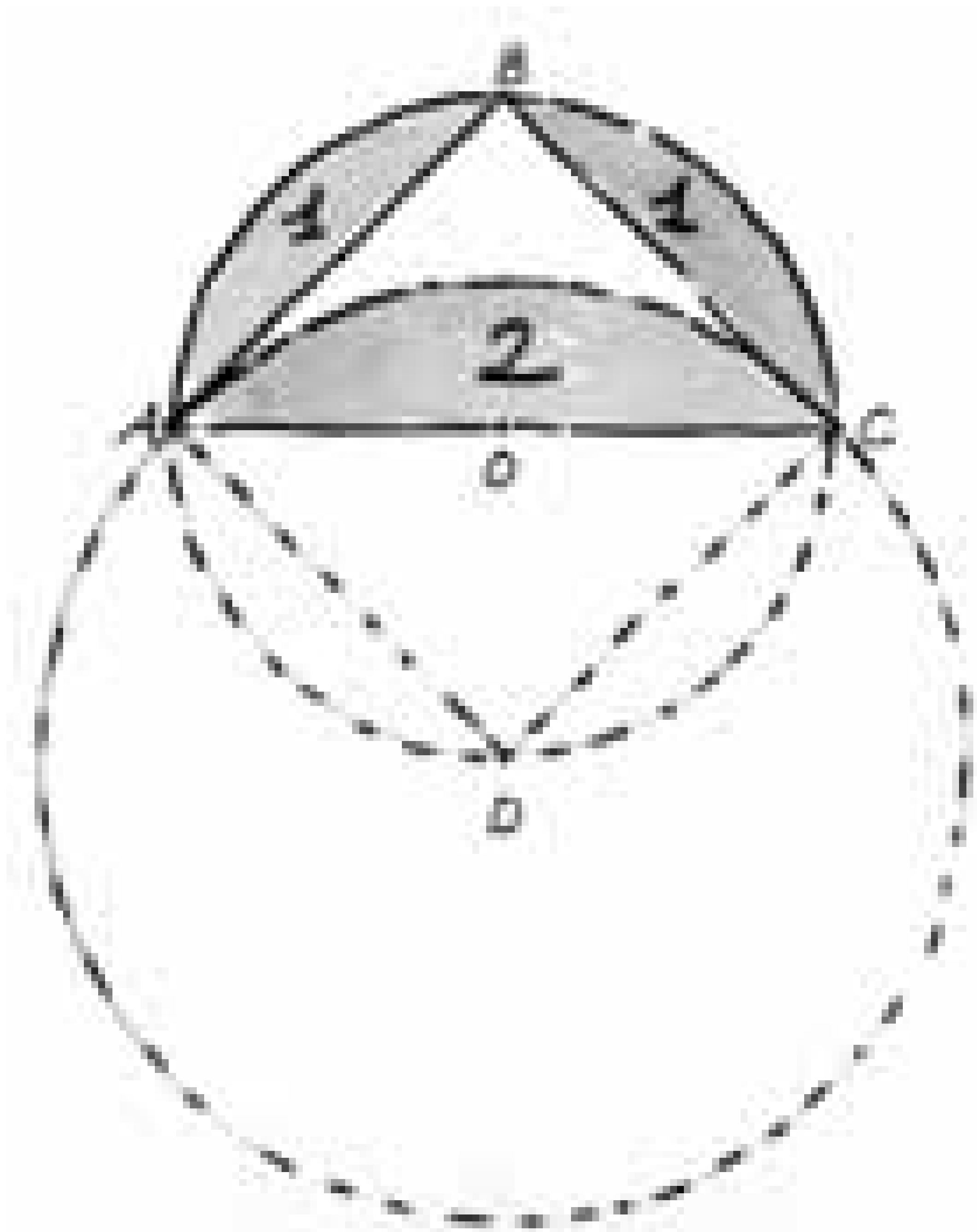
辛普里丘在评价亚里士多德的《物理学》时谈到了希波克拉底的这次论证以及其他“化曲为直的技巧”，承认自己“逐字地”引用了亚里士多德的学生——欧德莫斯[5]撰写的《几何学史》中的内容。欧德莫斯远比辛普里丘更“贴近”希波克拉底生活的时代。

那么，看来希波克拉底还思考了以下这个问题：正六边形内接于一个以*CD*为直径的圆，更准确地说，应该是它的一半*CEFD*内接于半圆*CMENFOD*，3个月形分别建立在边*CE*、*EF*和*FD*上，这三条边与*AB*长度相等，*AB*为半圆的半径，即直径*CD*的一半。欧德莫斯说，用和上个例子中类似的推理方法，希波克拉底证明了不规则四边形*CEFD*的面积等于3个月形*CGEM*、*EHFN*、*FKDO*以及半圆*ALB*的面积总和。

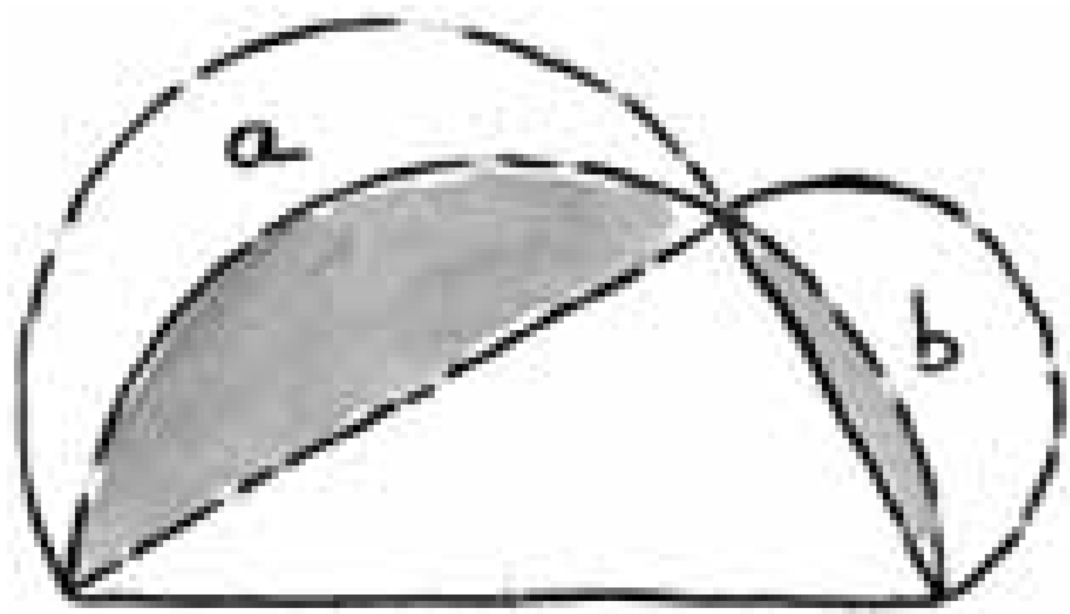


欧德莫斯认为，希波克拉底还能证明标记为2的区域面积等于标记为1的两个区域面积之和，月形*ABC*的面积与直角三角形*ABC*的面积

相等，从而化月形*ABC*为正方形。



然而，在半圆内接六边形的情况下，三个月形与半圆的面积之和确实能化为等积正方形，可是用同样的方法，却无法将其中任何一个单独化为正方形。我们能在达·芬奇的《大西洋古抄本》中找到一个类似的例子，研究的是这个图形：



达·芬奇说："图中*a*、*b*两个半圆的面积之和等于直角三角形的外接半圆面积。"即分别以两条直角边为直径的两个半圆的面积之和等于以直角三角形斜边为直径的半圆的面积。达·芬奇接着说："两个相等的面积分别去掉相等的部分，剩下的部分仍然相等。因此，如果去掉两个半圆和最大的半圆重合的部分，剩下的两个月形面积之和与直角三角形面积相等。"但是，这种情况下得出的定理同样没有告诉我们每个月形的面积。

令人惊讶的是，一位阿拉伯数学家——海什木[6]在大约公元1000年才发现这个定理。他的《论月形》于1899年被译介到西方，所以达·芬奇不可能看到这本书。达·芬奇虽然自称"文盲"，但他不太可能缺乏数学知识，就像人们时常在书上看到的那样，他喜欢绘制各种圆弧组合的图形，比如希波克拉底研究的第一个月形图，还画了很多其他类似的图形（有专家发现《大西洋古抄本》的其中一页纸上就有176个图形！）

注释：

[1]阿那克萨哥拉（Anaxagoras，约前500—约前428），古希腊哲学家、原子论的先驱之一。

[2]伯里克利（Periclēs，约前495—前429），古希腊雅典政治家，民主派领袖。

[3]阿里斯托芬（Aristophanēs，约前448—约前380），古希腊喜剧作家，有“喜剧之父”之称。

[4]卡洛·埃米莱奥·加达（Carlo Emilio Gadda，1893—1973），意大利作家、诗人和工程师。

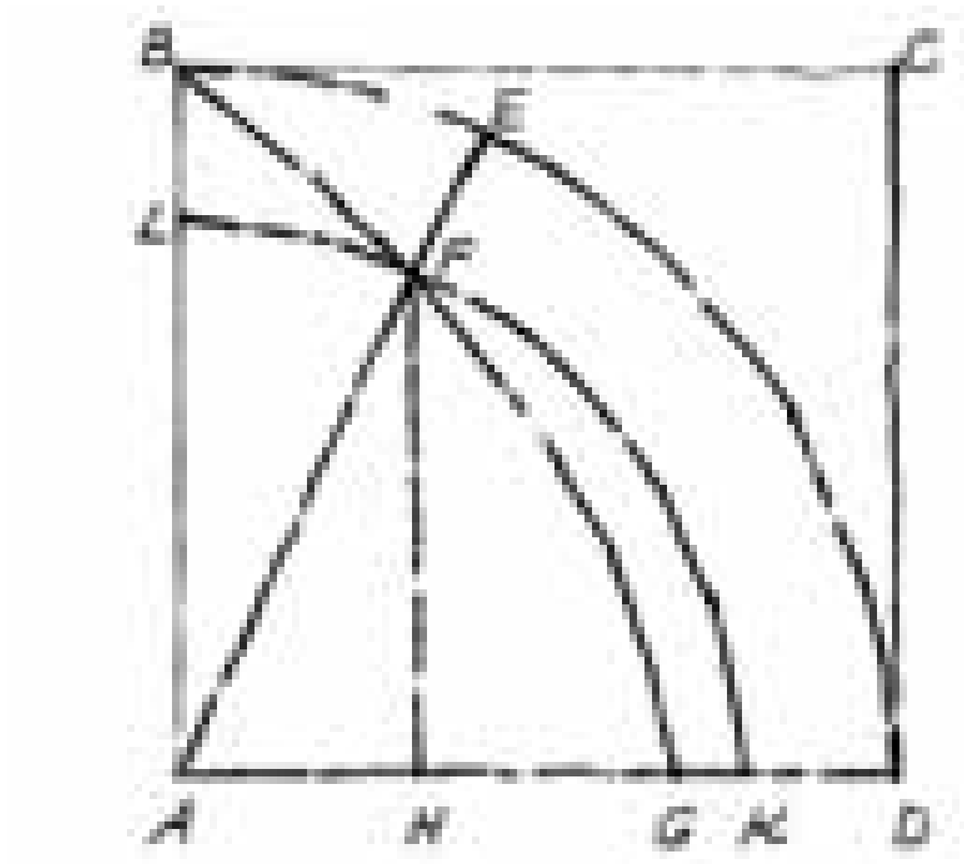
[5]欧德莫斯（Eudemus，约前370—约前300），古希腊哲学家、科学史家。

[6]海什木（965—1040），阿拉伯学者、物理学家、数学家，在光学研究方面有突出成就。

刻苦钻研的古代“割圆者”>>

看着自己获得的成果，希波克拉底应该很自豪吧。这是第一次有人仅仅使用尺规画线作圆，就能精确地测算出一个曲线图形的面积。他应该思考过这个问题：如果人们能够像数学家说的那样“化弧为方”，准确地测算出半径不同的两段弧线围成的面积，那么仅仅由一根弧线围成的面积，为什么从未有人算出呢？为什么做不到“化圆为方”呢？这个问题非常合理，因此他继续钻研。他能够将某些月形化为等积正方形，可他或许也意识到了，并不是所有的月形都可以，比如我们前面看过的内接六边形的例子，至少使用尺规（在有限步骤内）作图的老办法行不通。

在希波克拉底时期的雅典，还活跃着诡辩家希皮亚斯[1]，他来自伯罗奔尼撒半岛的埃利斯。他发明了一条曲线，将角分为三个相等的部分，似乎能够解决上述问题。（三等分角、化圆为方及倍立方问题并称几何学三大难题。）那条曲线也被称为“割圆曲线”，因为利用这条曲线，可以用尺规作图的方法实现化圆为方。希皮亚斯可能用这条曲线实现了化圆为方，而大约公元前350年的狄诺斯特拉托斯，则确确实实用它解决了化圆为方的问题。你们或许会说：我们终于解决这个问题啦！但事实并非如此。要想知道为什么，就让我们看看这个曲线究竟是如何定义，又是怎么画出来的。



现有一正方形*ABCD*和四分之一内接圆*ABD*，设线段*BC*与*AD*保持平行地匀速移动，其端点*B*在*BA*上移动，直到*BC*与线段*AD*重合。同时，圆的半径，也就是线段*AB*匀速地按顺时针方向移动，一直转到*AD*的位置。结束移动时，线段和半径会与线段*AD*重合。在整个移动过程中，两条线段相交的点，如点*F*，所连成的轨迹就是希皮亚斯割圆曲线。因此，在数个世纪之后的笛卡儿提出了异议，它是一条“机械”曲线，并不是几何曲线。根据该曲线的定义，它满足以下比例：$\angle BAD:\angle EAD=\overset{\frown}{BED}:\overset{\frown}{ED}=AB:FH$。利用这个比例，可以平分任意角，例如$\angle EAD$，不仅能均分成三个，而且可以分成任意个数的角。像我之前说的，如果想要在已知半径的情况下算出圆的面积，需要知道一个常数的值，而用希皮亚斯割圆曲线就可以确定这个常数。若真是这样，为什么问题还是没得到解决呢？

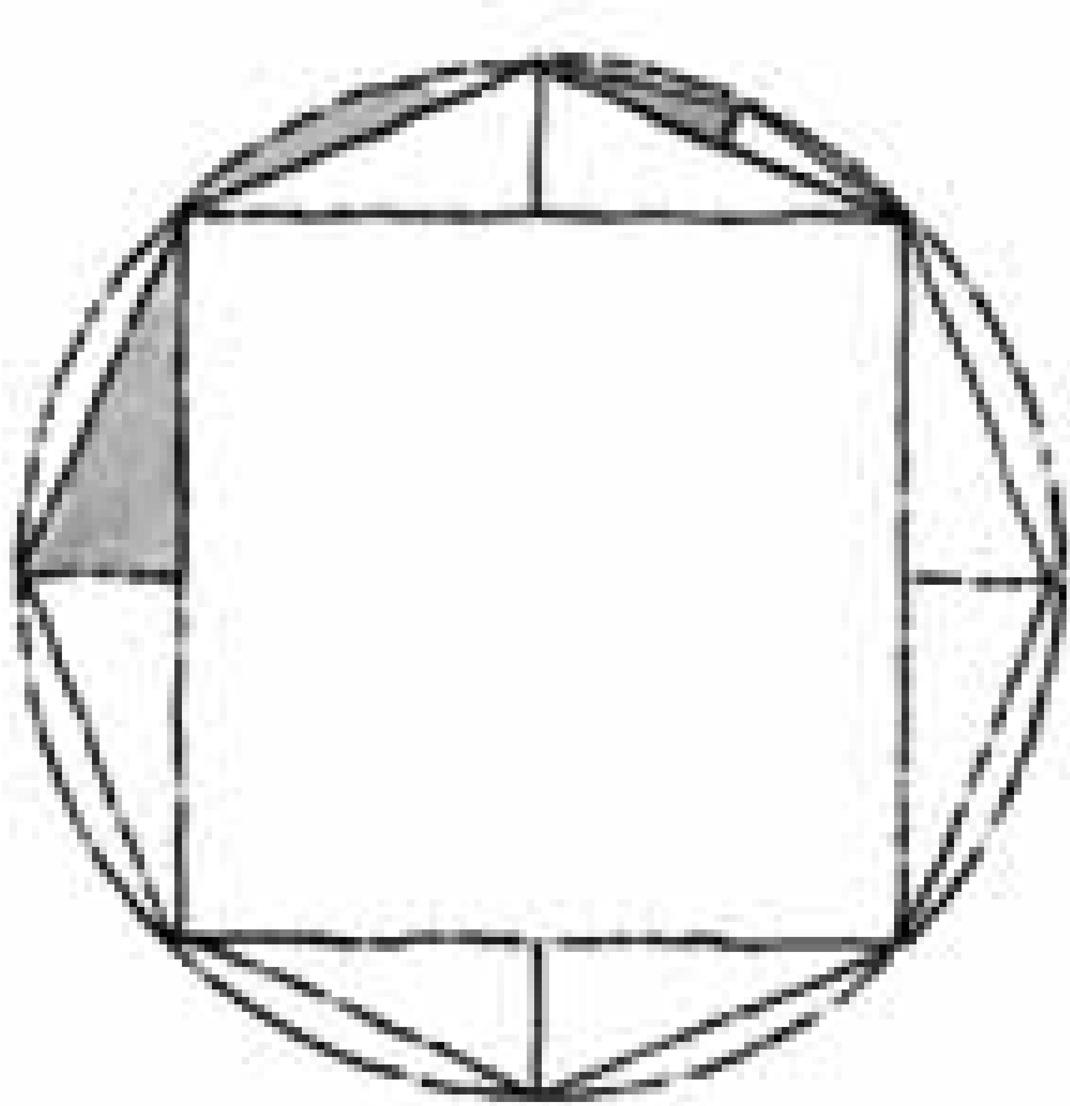
古代的帕普斯[2]（公元3世纪）已经给出了解释：首先，这个推理过程中的圆是不完整的。与*B*重合的两个点，一个沿着线段移动，另一个沿着圆弧移动。两点的移动速度之比，也是$\widehat{BED}$（圆周的四分之一）与线段*AB*（半径）之比。在不知道这个比值的情况下，两点不可能同时到达终点。但这个比值，这个难以捉摸的常数又恰好是我们需要确定的值。第二个理由更细致入微：根本不会有*G*点，因为当线段*BC*和*AB*同时停止移动时，它们都与*AD*重合，根本不会有相交的点。

为了避开这些难点，你们可以用尺规平分∠*BAD*，接着平分以线段*AD*为边的半个角，然后继续平分靠近线段*AD*的半个角，重复这个操作任意次数，同时每次过点*F*作*AD*的垂线*FH*，以*AF*为半径的圆周交*AD*于点*K*。慢慢地，你们会发现，每重复一次步骤，线段*HK*都会变得越来越短。

注意啦，只需要直尺和圆规就能完成这些操作。但是，只有你们重复无限次这个步骤，才能得到*G*点。一旦获得*G*点，通过$\widehat{BED}:AB=AB:AG$就能知道$\widehat{BED}$的弧长。而该比例的成立，可以运用归谬法论证$\widehat{BED}$与*AB*之比既不小于也不大于*AB*与*AG*之比。此时，你们就可以化圆为方了。想要计算圆的面积，还差一步，这一步将由阿基米德在未来完成，但此时的你们已经步入了雷区。在古希腊人看来，无限本身会走向悖论，就像芝诺[3]对阿喀琉斯永远追不上乌龟和飞矢不动的论证。应该尽量避免无限，就像避开瘟疫一样。这就是为什么希皮亚斯割圆曲线解决不了这个问题！因为这是条“机械”曲线。其次，为了确定圆周（或四分之一圆周）与半径之间存在的那个神秘莫测、难以捉摸的数字，它陷入了一个无限的进程。总之，古希腊人在探索化圆为方的过程中，运用了尺规作图的方

法，但仅仅在有限步骤内作图。为了接近这个数的数值，古希腊数学家不得不寻找一个更严谨的办法，以避免走向无限。

苏格拉底时期的雅典，化圆为方仍是未解的难题，引得阿里斯托芬对此冷嘲热讽。可与此同时，化圆为方也成了一个“热门”的研究课题，吸引了众多数学家和哲学家，就比如亚里士多德在《物理学》中提到的两位“割圆者”。这两位想在希波克拉底的基础上，用一种直接的方式解决问题。与其在寻找圆周与直径之比上绞尽脑汁却一无所获，不如从圆内接与圆外切正多边形入手。他们中的第一位是安提丰[4]，和希皮亚斯一样，他是个诡辩家，也是苏格拉底的对手。安提丰所得出的结论被亚里士多德迅速否定了。亚里士多德称几何学家的任务不是反驳那些不遵循几何学原则的化圆为方，而诡辩家们化圆为方的方式恰恰违背了几何学原则。安提丰的论证方法是什么呢？辛普里丘在关于《物理学》的评述中给出了解释。安提丰作了一个圆内接正方形，然后将正方形的边一分为二，作一个八边形，再用同样的方法作出正十六边形，“以这样的方式继续下去，面积终会穷竭”。



“穷竭”？辛普里丘想说什么？他的意思是，安提丰认为，随着这个步骤的不断重复，圆内接正多边形的边会变得越来越短，终会与圆周重合。每一个多边形又可以转换成与之面积相等的正方形，因此，安提丰认为用这样的方式就能解决化圆为方的问题。可是，正如亚里士多德所说，“很明显，这个推理违背了几何学原则”，辛普里丘也强调说，因为“无论如何，一根直线是无法与一根弧线重合的”。安提丰违背的几何学原则正是这点。因为直线和曲线之间的关系不可把握，中世纪的经院哲学家们如是说。笛卡儿也说：“直线与曲线之比仍是未知，我认为它是不可知的。”除此之外，辛普里丘补充道，还有一点原则也存在争论，就是量值可以无限次平分的规则。没错，就算边的数量可以无限增加，正多边形的边与相应圆弧之间的面积可以被不断细

分，但这个面积不会像安提丰以为的那样穷竭，它永远都不会被分完。

赫拉克利亚的布赖松[5]生活在公元前5至前4世纪，有些人认为他是一个诡辩家，有些人则认为他是苏格拉底的一个学生。他似乎是发展了安提丰的基本思想，利用圆内接与圆外切正多边形解决化圆为方的问题。在亚里士多德看来，他的这个想法“属于诡辩”，“似是而非”。布赖松认为，将圆内接与外切的正多边形的边增加到一定数量，就能得到一对面积大小极其接近的正多边形，它们面积的平均数应该就是圆的面积，因为圆的面积介于其内接正多边形的面积与外切正多边形的面积之间。他明显忽视了，除了他认定的那一对，圆内接与外切的正多边形还能无限地变化发展下去。《神曲·天堂篇》的第十三歌中，但丁嘲笑布赖松“没有本领而到海上去捕捉真理”，是“还在走路但不知走往哪里的众人”中的一人。

注释：

[1]希皮亚斯（Hippias），古希腊诡辩学派的一员，他教授诗歌、语法、历史、政治和数学等多方面知识，享有博学多才的名声。

[2]帕普斯（Pappus，约300—约350），也叫亚历山大的帕普斯，古希腊数学家，著有《数学汇编》（*Synagoge*）一书，该书记录了许多重要的古希腊数学成果，在数学史上意义重大。

[3]芝诺（Zenon Eleates，约前490—约前436），古希腊哲学家。他因提出关于运动不可能的悖论而知名。

[4]安提丰（Antiphon，约公元前5世纪），古希腊智者的代表人物。

[5]赫拉克利亚的布赖松（约前450—约前390），古希腊数学家和诡辩家。

测量圆形的阿基米德＞＞

除了但丁给出了不容置辩的评价，这条由安提丰开创，布赖松延续的探究道路，稀奇古怪而毫无结果。但是，到了公元前4世纪，出现了一个人，他沿着这条道路，走向了正确的方向。他就是欧多克索斯[1]，他建立了所谓的“穷竭法”，使涉及“无穷”的数学结果都不再是“悖论”，摆脱了芝诺的批判。穷竭法是一种无限逼近的方法，一般使用归谬法达成论证。

欧几里得在《几何原本》中用穷竭法证明了两圆的面积之比等于其直径平方之比，两球的体积之比等于其直径立方之比。为了证明第一条定理，欧几里得按照安提丰的做法，设一连串内接于圆的正多边形，其边数按4、8、16……不断增长，然后证明随着边数的增长，正多边形越来越逼近圆形（为近似亏量，因为多边形内接于圆，它们的面积始终小于圆形面积）。确实如此，如果边数无限增多，圆和多边形的面积之差可以小于任意给定面积。如果想让安提丰仅凭经验的论证变得更严谨，这就是必不可少的一步！

欧几里得接下来的推理使用了归谬法：设两个圆，面积分别为X，X'，直径分别为d，d'，S是某个不等于X'的面积。两圆的面积之比应当等于其直径的平方之比，即$X:X'=d^2:d'^2$，若$S>X'$，或$S<X'$，$X:S=d^2:d'^2$都不成立，因此，$S=X'$。

那个模糊不清的圆周与直径的比值，让数学家们追寻了数个世纪却一无所获。阿基米德（公元前3世纪）使用欧多克索斯建立的“穷竭法”计算圆的面积，终于获得了一个相当精确的估值。在其著作《圆的测量》中，伟大的锡拉库萨人阿基米德证明了圆的面积等于一个以其周长及半径做直角边的直角三角形的面积。这个定理对所有圆都成立。你们任意选择一个或大或小的圆，那么，以该圆的周长和半径做直角边的直角三角形，与这个圆面积相等。阿基米德和欧几里得一样，同样用归谬法论证了这个定理：圆的面积C不可能大于，也不可能小于直角三角形的面积T。因此，圆的面积必定等于三角形的面

积。用拉丁语做结语就是Tertium non datur（没有第三者）。不存在其他可能性。你们不信吗?

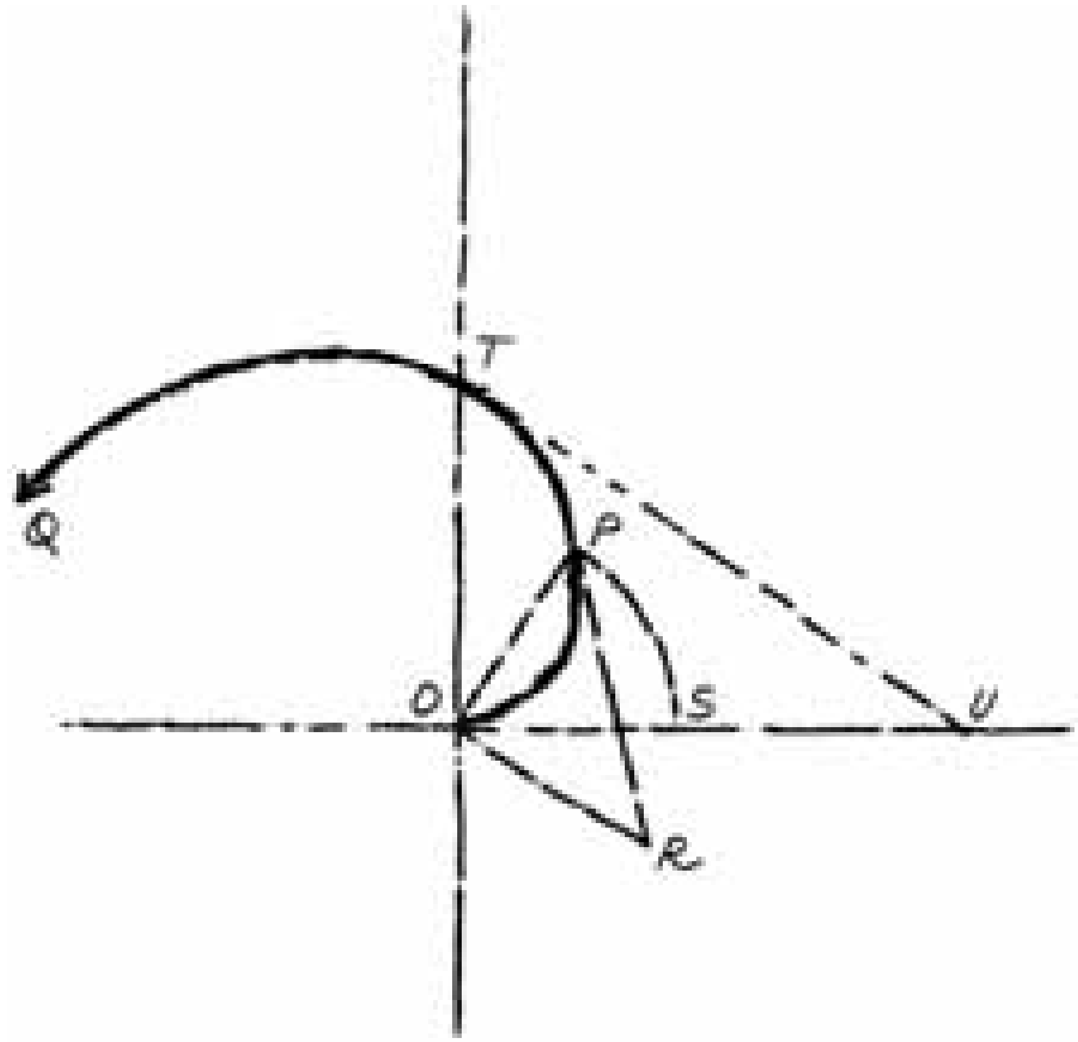
那你们依照阿基米德的做法，先假设圆的面积*C*大于三角形的面积*T*，即$C > T$。接着，按照安提丰开创的方法，建立内接于圆的正方形、正八边形、正十六边形……总之，不断地使正多边形的边数加倍，直到某一个正多边形（面积为*P*），其各边与圆弧之间的面积总和小于$C-T$，即$C-P < C-T$，由此可得$P > T$。但这个结论是不成立的，因为每一个多边形都有一个与之面积相等的三角形，这个三角形的底边是正多边形的周长（小于直角三角形的底边长——圆的周长），高小于圆的半径（半径又是三角形的高）。你们用同样的方法，作圆外切正多边形，可证明$C < T$。这样一来，在这样内外逼近的极限状态下，$C=T$，你们就证明了圆的面积与直角三角形的面积相等。

如果你们以为在阿基米德的帮助下，终于解决了化圆为方的问题，那你们就错啦。还不到欢呼雀跃的时候。让我们来看看，这位来自锡拉库萨的数学家究竟教会了我们什么。通过使用尺规在大量但有限的步骤内作图，他告诉了我们圆的面积与什么相等，证明了圆的面积等于一个直角三角形的面积，在化圆为方的问题上迈出了一大步。

然而，还需要跨越一个最大的障碍：我们还不知道直角三角形的底边长，即圆的周长，到底有多长，因为圆周与直径的恒定比值仍是个未知数。这关乎阿基米德的另一个新定理：圆的周长是直径的三倍多，超出直径三倍的部分，小于直径的七分之一，大于直径的七十一分之十。因此，这位锡拉库萨的数学家认为，如果已知圆的直径为*d*，那么圆的周长*C*介于两个值之间，即$\left(3+\frac{10}{71}\right)d < C <$（3+

$\frac{10}{70}$）*d*。他不只是抛出了结论，还给出了比布赖松更严谨的论证过程。阿基米德从圆的内接与外切正多边形入手，增加多边形的边数，直到形成圆内接与圆外切正九十六边形（6×2=12；12×2=24；24×2=48；48×2=96）。此时，圆内接多边形的周长是圆周的近似亏量，圆外切多边形的周长则是圆周的近似盈值。阿基米德从这个结果中还得出了另一个定理：圆面积与以其直径为边的正方形面积之比为11:14。

通过在有限的步骤内（用尺规）作线画圆，阿基米德仅获得了一个圆周的近似值。为了用几何的方式把圆周拉直，这位伟大的锡拉库萨的数学家创造了一条曲线——一条以他的名字命名的螺线。当一点*P*沿射线*OP*匀速移动的同时，射线*OP*又以等角速度绕点*O*旋转，点*P*的轨迹被称为“阿基米德螺线”。和希皮亚斯割圆曲线一样，阿基米德螺线也是一条“机械”曲线。在其著作《论螺旋线》中，阿基米德运用穷竭法证明了：若点*P*是螺线上任意一点，过点*P*作螺线的切线*PR*，那么线段*OP*的垂线段*OR*的长度与$\overset{\frown}{PS}$的长度相等。以此类推，以*OT*为半径的圆，其四分之一周长等于*OU*的长度。



这样一来，就能计算出圆的周长，然后依据《圆的测量》里提出的定理，计算出直角三角形*T*的面积，就得到了圆的面积。此外，阿基米德还证明了螺线第一圈与初始线所围的面积等于以*O*为圆心，第一圈终点与起点之间距离为半径的圆的面积的$\frac{1}{3}$。紧接着，他还证

明了螺线第一圈与初始线所围的面积是它第二圈与初始线所围的面积的$\frac{1}{6}$。

但是，阿基米德螺线还是遭到了和希皮亚斯割圆曲线同样的批判。无论是利用尺规化圆为方，还是存在于圆周与直径之间的那个常数，仍是未解的难题。数学家们何时才能揭开这个数字的神秘面纱？我们还要等待数个世纪，才会迎来这一宿命时刻的降临！

在另一个距离西西里十分遥远，未曾听说过阿基米德的世界里，刘徽也采用了同样的割圆术——设圆内接（而不是圆外切）多边形。263年，刘徽在圆内分割出正3072边形，计算出圆周为直径的3.1416倍。公元5世纪，中国数学家祖冲之利用刘徽割圆术，在《缀术》中给出了最准确的圆周率，而这部书早已亡佚。公元7世纪，李淳风[2]在编写隋朝史书《隋书》时，记述了祖冲之极其精确的算圆法：以圆径一亿为一丈，圆周盈数三丈一尺四寸一分五厘九毫二秒七忽，朒数三丈一尺四寸一分五厘九毫二秒六忽，正数在盈朒二限之间。而西方在几百年后才达到同等的精确程度。

在掌握了阿基米德的割圆法后，找到更精确的圆周率就只是耐心程度和计算的问题。然而，还是没有人能够告诉我们，用尺规能否实现化圆为方，那个存在于圆周与直径之间的常数是何面目。不仅阿基米德和中国数学家们无法确定这个数字，几个世纪后的德国人鲁道夫·范·科伊伦[3]也是如此。

鲁道夫·范·科伊伦花费毕生的心血，坚持不懈地研究圆周率。在17世纪初，他把正多边形的边数分割至2^{62}，在“无止境的计算”（让·勒朗·达朗贝尔[4]在《百科全书》中这样形容）之后，确定了如果直径为1，周长大于3.14159265358979323846264338327950288，小于3.14159265358979323846264338327950289，将圆周率精确到了小数点后35位！圆周率在两个数值范围内的大小浮动已经微乎其微，这简直超乎想象！范·科伊伦对获得的成果感到万分自豪，想把这个数字刻在

自己的墓碑上，永久地纪念他令人叹服的计算能力。可这份荣耀仅是昙花一现，因为17世纪末，圆周率已经能精确到小数点后七十多位了！更别提现代的计算机能算出圆周率后数十亿位的小数。

注释：

[1]欧多克索斯（Eudoxus of Cnidus，约前400—前347），希腊数学家、天文学家。

[2]李淳风（602—670），唐代天文学家、数学家，精通天文、历算、阴阳、道家之说。

[3]鲁道夫·范·科伊伦（Ludolph van Ceulen，1540—1610），德国数学家。

[4]让·勒朗·达朗贝尔（Jean Le Rond d'Alembert，1717—1783），法国物理学家、数学家和天文学家。

探索“真正”的化圆为方＞＞

在阿基米德之后，化圆为方的问题也丝毫没有丧失它的吸引力，从范·科伊伦为之付出的心血中可见一斑。而但丁则在化圆为方的问题中看到了相似性，在《神曲·天堂篇》的结尾中，他望着眼前的上帝，却悟不透三位一体的奥秘，“如同一位几何学家倾注全部心血，来把那圆形测定，他百般思忖，也无法把他所需要的那个原理探寻”。但丁很清楚，化圆为方的问题即便有可能解决，也要克服诸多的困难，正如他在《飨宴》中所写：“人无法将带有弧形的圆完美地化为方形。”

尽管其难度之大，众所周知，但许多割圆者还是前赴后继，不断尝试。然而，“研究这个问题的大多数人，对问题本身和解决方法几乎没有一个清晰的想法”，18世纪中期的蒙蒂克拉[1]在其著作《圆求积的历史探索》（1754年）中发出了这样的抱怨。在他列举的“临时”割圆者中，也有著名的库萨的尼古拉[2]。尼古拉是一位哲学家，也是一位天主教的红衣主教。他曾撰写了几篇文章，试图解决化圆为方的问题，却遭到了数学家雷格蒙塔努斯[3]的严厉批评。雷格蒙塔努斯将尼古拉定义为“一个滑稽可笑的，妄图与阿基米德比肩的几何学家”，他因为反对尼古拉的理论而受到了蒙蒂克拉的赞扬，因为“他敢于向几何学家提出自己的反对意见，即便几何学家们总是固执己见”。

在《对话——关于库萨的尼古拉提出的割圆法》（1464年）中，雷格蒙塔努斯披上了数学家克瑞提亚斯[4]的外衣，和另一个虚构人物——尼古拉的学生与仰慕者阿里斯托菲洛交谈。可当克瑞提亚斯询问阿里斯托菲洛的时候，阿里斯托菲洛却记不太清自己老师的论题。阿里斯托菲洛坦言，当他似乎可以百分之百确定的时候，一丝犹豫、茫然的感觉又蔓延开来：“就像一个人抓鳗鱼，双手越是用力，鳗鱼越是轻易逃离。”“那它是关于什么问题的呢？是一个数学论证过程还是其他什么？”克瑞提亚斯追问道。阿里斯托菲洛说它好像不是数学问题，此时克瑞提亚斯终于爆发了：“给出了一个结论，却没有论证，你就只是在浪费我的时间。”

尼古拉在《论学术上的无知》（1440年）中提出了“对立的统一”，有限亦是无限。在雷格蒙塔努斯看来，直线与曲线有着明显的区别，这与尼古拉的观点截然相反。直线与曲线的区别还在于“圆周不是一条有理线”，即圆周除以直径，所得商不是一个有理数。

数学家施蒂费尔[5]迈出了更大的一步。他与梅兰希顿[6]共事，是维腾贝格大学的教授，也是马丁·路德的朋友。施蒂费尔的《整数算术》（1544年）的序言就是由被誉为“德国的老师”的梅兰希顿所作。施蒂费尔在该书的附录中讲解了割圆术，提醒研究化圆为方的后人，要区分用圆规画的圆和“数学的圆”。从泰勒斯和毕达哥拉斯所在的古代开始，我们就已经知道前者只是一个近似于后者的图像，凭经验看来，前者是可以转化成方形的，而后者仍是未解之谜，关键之处正在于此。“数学的圆，被恰当地描述成一个有无数边的多边形”，施蒂费尔紧接着说，这样一个圆，它的周长“与直径之间的比例既不是有理的，也不是无理的”。

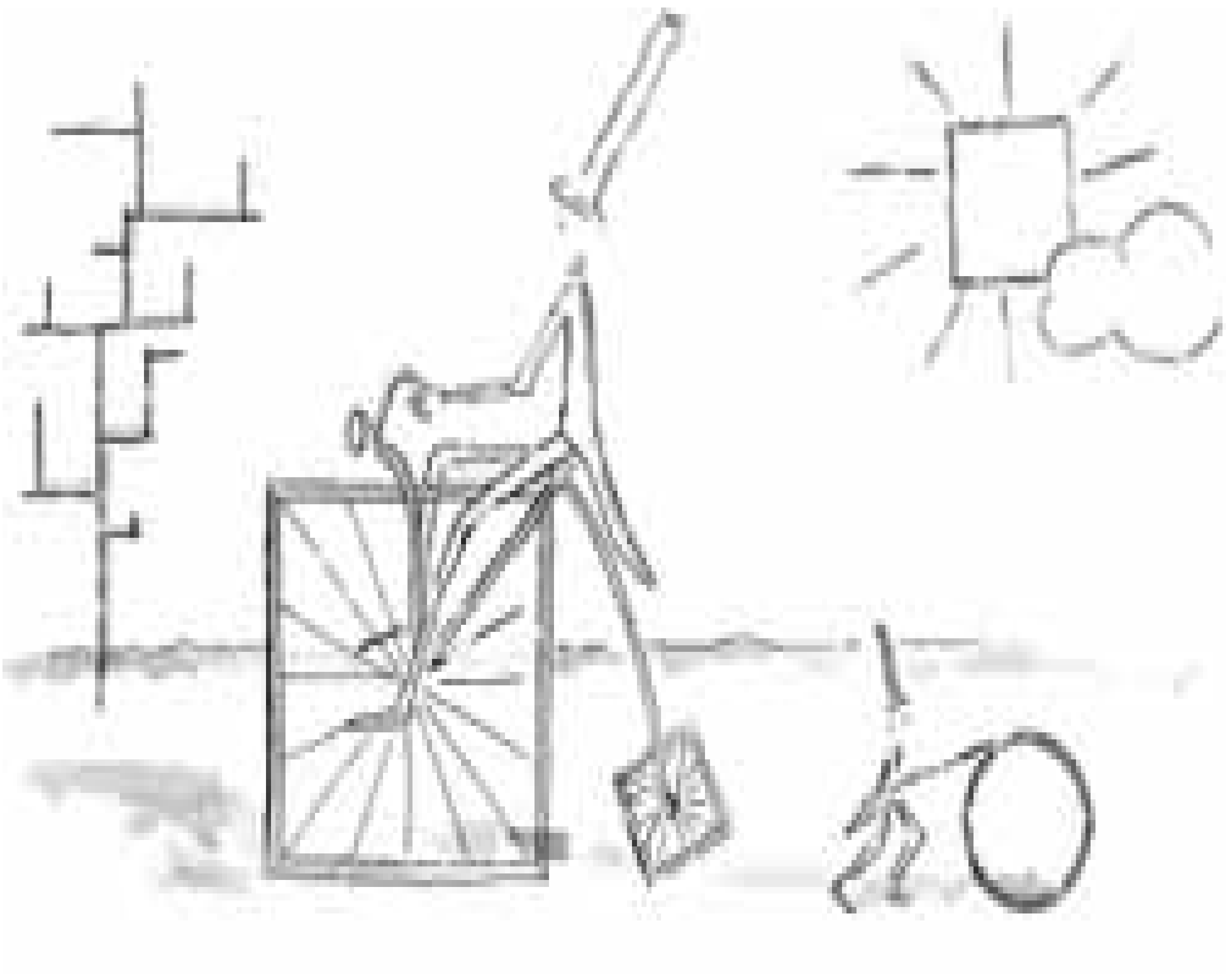
因此，无计可施。需要注意的是，“化圆为方超越了人类计算的理性，这点毋庸置疑”。如果圆周率可知，那么圆和它的等积正方形之间应该也有某种比例关系。可圆周率仍是个未知数，施蒂费尔因此总结说：“那些为了找到割圆术而想尽一切方法，用尽一切工具的人，最后都无功而返。”可以盖棺定论了？才不是呢，相反，化圆为方的研究即将迈入新阶段，宿命的一刻即将来临。

施蒂费尔说，圆是一个有无数边的多边形。开普勒把这句话原原本本地写进了《对阿基米德的补充》（1615年）里。如果真是这样，就可以用直接的方式证明阿基米德的割圆定理。圆周由无限的点组成，可以将这些点看作无限小的等腰三角形的底边，圆的半径为三角形的两腰，圆心为顶角，这样看的话，圆就是由无数这样的三角形组成的。这就是开普勒在《对阿基米德的补充》中提出的大胆想法，从此，人们在这类研究中对于“无限”的使用进入了更自觉、更大胆的阶段。

在研究化圆为方的人中，也不乏像哲学家托马斯·霍布斯[7]这样的门外汉。他在其著作《论物体》（1655年）中用一整个章节阐述了一种假设的割圆法。当有人指出他在这一章里的一个错误时，这本书正在印刷，他只能把那一章的标题改成“一个错误的假设，得出了一个错

误的割圆法”，他心中大为不快，又补充了两个新的论证，并把第一个叫作“近似的割圆法”，第二个叫作“有待验证的割圆法”，结果这两个论证都是错误的。

指出霍布斯错误的人是数学家约翰·沃利斯[8]，出生于英国牛津，其著作《无穷算术》在《论物体》出版后的第二年问世。沃利斯在该书中宣称霍布斯什么也没证明，因为“他的书中充斥着大量可耻的悖论，因此，人们只能偶尔勉强读到一些合理的内容”。沃利斯收集了这位“假割圆者”的谬误和悖论之处，列成表并出版。从这个表上，“人们可以轻松推断出，这个作者并不是他们所期待的有能力解开奥秘的人”，就连化圆为方的问题也解决不了。两人由此开始了无休无止的唇枪舌剑，直到霍布斯逝世。蒙蒂克拉在《圆面积研究的历史》中说，霍布斯在滑稽可笑这方面，敌得过其他所有割圆者，甚至超越了前人。



面对这个延续多年的难题，许多人费尽心力却一无所获，也包括圣文森特的格列戈里[9]神父。他撰写的鸿篇巨著《关于求圆和圆锥曲线面积的几何作品》（1647年）有一千多页，笛卡儿批评该书平庸至极且杂乱无章。另一方面，方法论的哲学家笛卡儿和古希腊人一样，认为“直线与曲线之比仍是未知，并且是人类无法凭借头脑发现的。因此，任何以这个比例为基础而取得的结论都是不严谨、不正确的”。

在《无穷算术》的前几页中，沃利斯写道：“我越来越坚信我最初所怀疑的，即‘周长与直径的这个比例’的本质是无法用现有的言辞来表述的，用听不见的数也不行，因此或许有必要采用一种新的表达方式。”这句话里的“听不见的数”指的就是无理数。沃利斯本人就在灵光乍现的时刻，找到了那个“新的表达方式”。那个人们寻找了数个世纪之久的常数，那个连同沃利斯在内，仍无一人知晓的数字，它的值在这两个表达式之间：

$$\frac{3\times3\times5\times5\times7\times7\times\cdots\times13\times13}{2\times4\times4\times6\times6\times8\times8\times\cdots\times12\times14}\times\sqrt{1+\frac{1}{13}}$$

和

$$\frac{3\times3\times5\times5\times7\times7\times\cdots\times13\times13}{2\times4\times4\times6\times6\times8\times8\times\cdots\times12\times14}\times\sqrt{1+\frac{1}{14}}$$

。和沃利斯想法一致的还有詹姆斯格列戈里[10]，后者在其著作《真正的圆和双曲线的求积》（1667年）中使用了阿基米德的测算法则，认为在有限条件内将这些图形，尤其是圆，化为等积正方形的问题是无解的。据蒙蒂克拉在《圆面积研究的历史》中的观察，格雷戈里并不是唯一这么想的人。在他之前或之后，还有许多人都赞同这一点，即便他们没有完整的论证过程支撑自己的观点，然而不得不承认，“他们很有可能非常接近真相”。1682年，莱布尼茨发表了文章《用有理数表示圆和外接正方形之间的真实比例》，也试图寻找“真正”的化圆为方的

方法。莱布尼茨找到的“算术”割圆法，由无穷级数$1-\frac{1}{3}+\frac{1}{5}-\frac{1}{7}+\ldots$表示，收敛时的和为$\frac{\pi}{4}$。而π成为表示圆周率的符号，还是后来的欧拉提出的。为了阐明他的割圆法，莱布尼茨还作了一幅图，将一个单位正方形与一个圆做对比，对此无须多做评述。

这个成果究竟有什么特殊之处呢？就连当时最伟大、最权威的数学家惠更斯[11]都发出了这样的感叹——它“令几何学家们始终赞叹不已”。它的独特之处，你们也看见了，因为它已然在你们眼前。为了确定圆周率，历代几何学家不懈努力，可他们能做到的仅仅是将它所在区间不断缩小，却始终无法看到它的全貌。而莱布尼茨的研究成果意味着人们终于找到了用数字表示圆周率的方式，虽然这个表示方式是一串无穷的数字，且需要进行大量的求和计算以找到π的近似值，收敛缓慢，但是无伤大雅。因为，正如美国的数学家和天文学家西蒙·纽康[12]所说，认识π小数点后的千万亿位，并没有什么实际用处。“只需要精确到小数点后10位，地球周长的计算误差就在1英寸[13]以内；而精确到小数点后30位后计算出的整个可见宇宙的周长，其误差就连最强大的显微镜都不能分辨。”

注释：

[1]蒙蒂克拉（Jean-Étienne Montucla，1725—1799），法国数学家和数学史学家。

[2]库萨的尼古拉（Nicolaus Cusanus，1401—1464），在德国的库萨出生，是一位文艺复兴时期神圣罗马帝国的神学家、哲学家、数学家和天文学家。他写有许多拉丁文论著，包括宗教和哲学著作。

[3]雷格蒙塔努斯（Regiomontanus，1436—1476）为约翰·缪勒（Johannes Müller）的拉丁文名，同样是一位文艺复兴时期神圣罗马帝国的数学家、天文学家和占星术家。

[4]克瑞提亚斯（前460—前403），古希腊哲学家、政治家与作家。

[5]施蒂费尔（Michael Stifel，1487—1567），德国数学家，也是一位僧侣和新教改革者。

[6]梅兰希顿（Philipp Melanchthon，1497—1560），德国语言学家、哲学家、人类学家、神学家、教科书作家和新拉丁语诗人。

[7]托马斯·霍布斯（Thomas Hobbes，1588—1679），英国政治家、哲学家。他创立了机械唯物主义的完整体系，也写有许多关于历史、几何学、伦理学的著作。

[8]约翰·沃利斯（John Wallis，1616—1703），英国数学家，对现代微积分的发展有很大贡献。

[9]圣文森特的格列戈里（Grégoire de Saint-Vincent，1584—1667），弗拉芒人。他是耶稣会士，也是一位数学家，以研究化圆为方的问题而闻名。

[10]詹姆斯·格列戈里（James Gregory，1638—1675），苏格兰数学家、天文学家。

[11]惠更斯（Christiaan Huygens，1629—1695），荷兰物理学家、天文学家和数学家。

[12]西蒙·纽康（Simon Newcomb，1835—1909），美国籍加拿大天文学家、数学家暨科幻小说作家。

[13]英寸，英美制长度单位，1英寸等于2.54厘米。

π的本质＞＞

“如果没有完完全全的割圆术，算术与几何会缺少什么呢？”蒙蒂克拉在《圆面积研究的历史》中自问。他的回答是：“什么也不缺。”几何学家的研究给出了令人叹服的圆周率近似值，其精确度之高，没有给人留下什么探索的余地。那为什么还要钻研这一项“无益于人文精神”，只是陷于复杂计算的研究呢？为了说服割圆者们停止研究化圆为方的问题，巴黎科学院于1775年宣称不再考虑收录这方面的研究成果。除此之外，柏林科学院院长皮埃尔·莫佩尔蒂[1]也在《科学发展书》（1752年）中劝说：如今的几何学还有更多有趣的研究课题。

仅仅过了几年，在1768年，数学家朗伯[2]就向该科学院提交了一个划时代的成果：π是一个无理数！我们之前已经遇到过无理数了，比如$\sqrt{2}$和黄金比例ϕ。那么，之前所有认为圆周率不是无理数的数学家，比如施蒂费尔和雷格蒙塔努斯，他们错了吗？不，从某种意义上说，他们的直觉是对的。你们会问，怎么可能呢？朗伯不是证明了π是无理数吗？是的，没错，可是接下来你们会知道，并不是只有一种无理数。

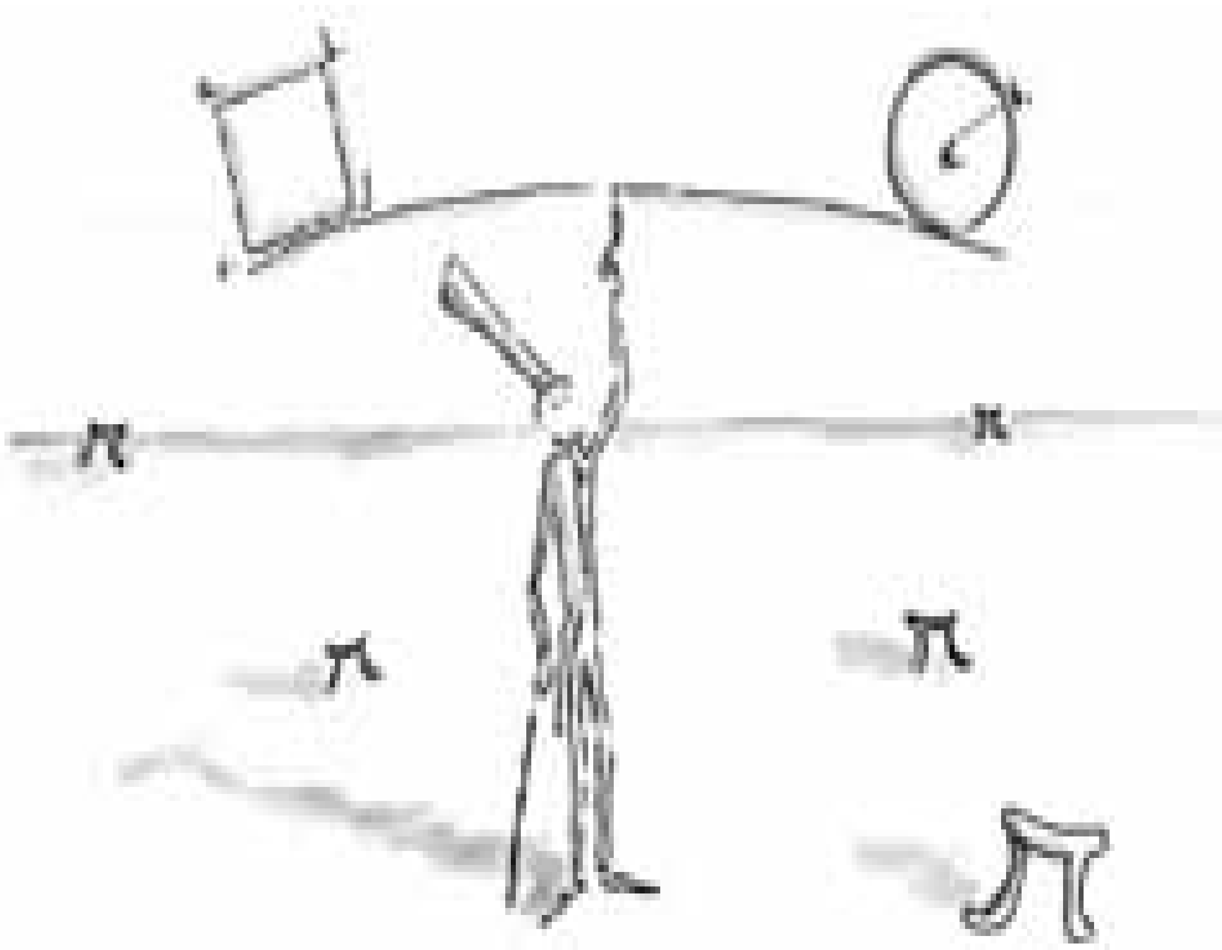
还差一步，事实上是跨越一百多年的一步，就能到达那个宿命时刻，解开延续数个世纪的谜团。在这漫长的一百多年，π进入了越来越多新的领域。π出现在一些抽象的周期公式中，还可以理解，可在一些乍看之下与圆形几何毫不相干的领域，比如概率学和统计学中也出现了π，这实在令人惊讶。π与概率学的交集始于布丰[3]伯爵在1777年提出的一个古怪的问题：在平面上画一组间距为d的平行线，将一根长度为L（$L < d$）的针任意掷在这个平面上，此针与平行线中任一条相交的

概率是多少呢？结果出乎意料，这个概率取决于π，等于$\frac{2L}{\pi d}$。正态分布公式中也有π的身影。高斯[4]率先将正态分布应用于天体运动研究，该分布曲线在概率学和统计学中都扮演着重要的角色。

尽管π无处不在，我们还是没能看清它神秘的本质，但是，在这个时期，数学家们发现无理数是无限不循环小数，其中包括整系数多项式的根，比如$\sqrt{2}$和ϕ，它们也被称作“代数数”，还包括其他不是代数数的无限不循环小数。尽管是无限不循环小数，代数数的数量还是且“只”和自然数1，2，3……一样多。惊讶吗？可事实就是这样！用鲁滨孙计算日子的方式就可以严谨地论证代数数集和自然数集之间存在一一对应的关系。

其他不是代数数的无理数被叫作“超越数”，那么有多少个超越数呢？它们的数量不可胜计！有一个数字，数学家们在还没意识到它是超越数的时候，就已经发现了它。终于到了1882年，德国数学家林德曼[5]宣告了他的一个重大发现：π不仅是无理数，还是一个超越数！这个折磨了数学家们两千多年的难题终于尘埃落定。

利奥波德·克罗内克[6]是一位活跃在柏林的杰出数学家，他不相信无理数的数量会远超自然数。在一场公开会议上，他旋即反驳了林德曼的论证：这是一场精彩的数学训练，但是“他什么也没证明，因为超越数根本就不存在”。怎么会什么都没证明呢？克罗内克的观点遭到了数学家们的集体排斥。“如果人们对超越数的证明过程毫无兴趣，就意味着我们丧失了理性。”西蒙娜·韦伊在给其兄安德烈的信中感叹说。



林德曼究竟证明了什么呢？这位卓越的数学家“只是”证明了，在满足欧几里得《几何原本》中几大公理的前提下，简言之，就是在（有限步骤内）使用尺规作图的前提下，完成化圆为方（或者说将圆周拉直）是不可能的事。在这宿命般的一刻，林德曼为一个延续千年的故事画上了句号，开启了一个新的数学阶段。数学家们曾用数个世纪追寻那个神秘的数字却一无所获，因为不知道它的值，只能用一个符号来表示它。这个不为代数基础运算所掌控的数字终于展露了它深奥难解的本质。诗人兼工程师西尼斯加利的表达很恰当，说这个超越数“支配着机械世界”，因为它无处不在。而且，正如你们之前所读到的，受它支配的不只那个机械世界。

数学家们终于看清了π的本质，而19世纪末，却有一位叫古德温的医生宣称自己“以一种超自然的方法获悉了圆的确切周长”，并提出了一项议案——用“一个新的数学真理”取代π。如果印第安纳州参议院真的严肃考虑了这项议案，那么，π的真正本质，在跨过大西洋后，就会消

失在广阔的美国平原上。一些参议员认为这项议案简直荒谬至极，最后，该议案没有被通过反而被无限期推迟，因为他们觉得这个议案不可能通过立法程序。

草率的古德温医生提出的议案实在古怪，而迈克尔·基思[7]在1995年做了一件或许称得上同样古怪的事情，虽然比议案可能造成的公共财政损失要小。迈克尔·基思改写了埃德加·爱伦·坡的诗集《乌鸦》中的一首诗，让诗中每个单词的字母数和组成π的数字一一对应，竟然写到了前740个数字！如此高超的技巧，真不愧为潜在文学工场[8]的成员。

但最发人深省的无疑是翁贝托·埃科[9]的散文。埃科思索着π的神秘本质，写下了：“一根长线从诗班席上方的拱顶垂下，线的下端系着一个圆球。圆球庄严地来回等时摆动，描绘出宽阔的摆幅。”这是《傅科摆》的开篇。他接着写道：“我知道——但无论是谁都会在那静穆气息的魅力中觉察出来——线长的平方根与圆周率之积决定了周期。冥冥之中，在世人看来不合逻辑的圆周率使所有圆的周长同它们的直径有了必然的联系。如此一来，圆球从一端摆动至另一端的时间，就是最不受时间影响的一些尺度经过秘密协作而产生的结果。这些尺度就是悬挂点的单一性、抽象维度的二重性、圆周率的三元性、根号神秘的四边性和圆的完美。”

注释：

[1]皮埃尔·路易·莫佩尔蒂（Pierre Louis Moreau de Maupertuis，1698—1759），法国数学家、物理学家、哲学家。他是最先确定地球形状为近扁球形的科学家。

[2]约翰·海因里希·朗伯（Johann Heinrich Lambert，1728—1777），德国数学家、物理学家、天文学家和哲学家。

[3]布丰（Bufon，1707—1788），法国博物学家、作家，著有《自然史》。

[4]高斯（Carl Friedrich Gauss，1777—1855），德国数学家、物理学家、天文学家。他被认为是历史上最重要的数学家之一，并有“数学王子”的美誉。

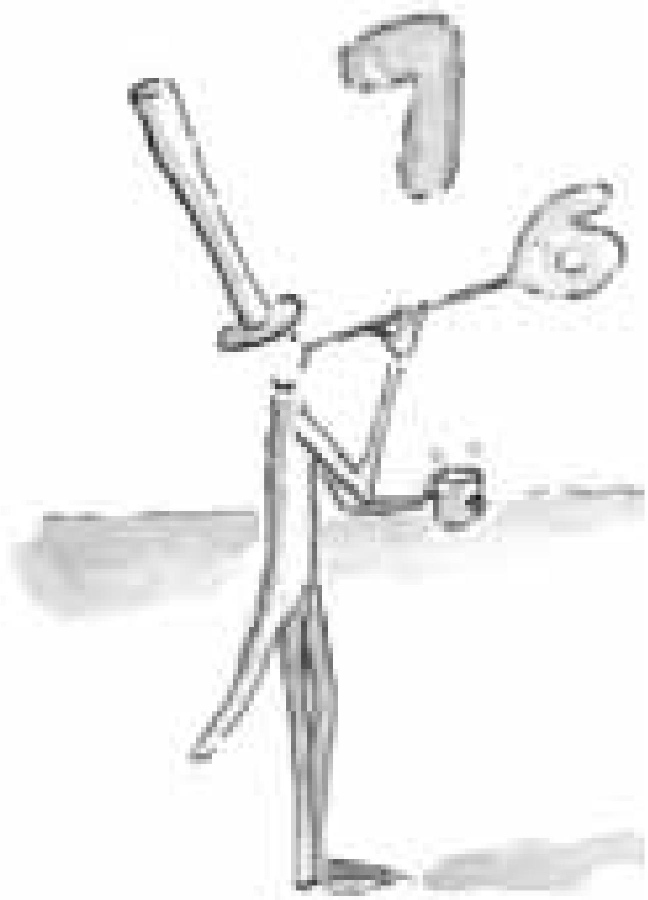
[5]林德曼（Carl Louis Ferdinand von Lindemann，1852—1939），德国数学家。他最广为人知的成果就是证明了π的超越性。

[6]利奥波德·克罗内克（Leopold Kronecker，1823—1891），德国数学家与逻辑学家。他主要研究代数和数论，尤其在椭圆函数理论上有突出贡献。

[7]迈克尔·基思（Michael Keith，1955—），美国数学家、软件工程师和作家。

[8]OULIPO，为“Ouvroir de litterature potentielle”的简称，意为“潜在文学的创作实验工场”。该组织创立于1960年，由法国人雷蒙·格诺、弗朗索瓦·勒利奥奈等人发起，参加者有十几个作家和数学家。其宗旨是通过探讨存在于作品中的再创造的潜在可能性，并通过尝试新的文本结构来激发创造力。

[9]翁贝托·埃科（Umberto Eco，1932—2016），意大利小说家、文学评论者、哲学家、符号学家和大学教授。



五百年前，两个顶尖的数学家之间一个关于秘密与背叛、挑战与决斗的故事，在那个宿命时刻，不可能存在的数字诞生了，它仅活在想象之中。

在解决某类复杂方程的时候，这些数字出现了，它们原来是大自然运作的工具。

现在，你们听好，故事即将开始。

第五章
虚数

一个关于秘密与背叛的故事>>

20世纪60年代，在量子力学的领域里流传着这样一句话：近些年来，物理学上“最重大的发现”是复数。那个时代的见证人之一尤里·马宁[1]就是这样认为的，他也是最早提出量子计算机想法的人之一。你们或许会问：复数怎么了？有什么重要的？如果你们以为复数的“复”是复杂的意思，而复数只是比你们常用的那些数字复杂一些，那你们的不以为意就可以理解了。马宁曾谈论过一些设想，而这些想法后来成为一个重要的物理理论的基础，他在那时讲述了这个故事。他认为物理学上的一些重要的东西具有某种数学形式，而在过去，这种数学形式与现实没有关联，当人们意识到这一点的时候，那个“疯狂”的想法就会实现。

一个关于数字的事件，你们尽可以想象这类数字有多复杂，它被列为物理学上的一个发现，甚至是“最重大的发现”，听到这里，你们或许会很惊讶。可如果你们发现那些数字在数学家们的计算中已经出现了几个世纪，甚至被数学家称作“虚构的数”以强调它们距离‘真实’十分遥远，你们肯定会更加意外。这一切都发生在遥远过去的一个宿命时刻，在一个故事的高潮时刻。那个故事关乎秘密与背叛、挑战与决斗，称得上是一个关于骗子无赖的精彩故事。“在这个故事里，我们能看到几个聪明人在暗中角力：16世纪，意大利平原上的思想完成了一场最错综复杂、最艰难的探索。”莱奥纳多·西尼斯加利在1935年的一部笔记中如此记录。

如今的数学家们参加会议、在大学授课、进出计算中心，而在这场错综复杂的探索里，主人公们的形象却与他们相去甚远，全然不同。其中之一是一个有名的布雷西亚人，他有一个外号叫“塔尔塔利亚

[2]”（在意大利语中为‘口吃’的意思），其中意味不言而喻。对于自己的绰号，他感到很自豪，甚至在文章上签字时，会把它写在自己的本名“尼科洛”旁边，以永久纪念那个导致他变成结巴的戏剧性事件。他的父亲叫米凯莱托，绰号“马夫”。之所以被叫作“马夫”，是因为他父亲有一匹马，总是骑马给布雷西亚和城里以及附近的村镇送信。6岁那年，他父亲去世。塔尔塔利亚说，1512年2月，当时他12岁，布雷西亚遭到了劫掠，他和母亲、弟兄躲进了一个教堂。法国大兵闯了进来，他们挥着刀剑，滥杀无辜。塔尔塔利亚的头部挨了五刀，伤口触目惊心，其中一刀直接从他的嘴唇砍到颌骨。他奇迹般地幸存下来，短短数月就康复了，而脸损毁严重，他说，“如果不是胡子遮住了它，我看起来就像一个怪物”。“因为那道刀伤划穿了口齿”，他变得口吃，和他交往的同龄人就“给我起了个外号‘塔尔塔利亚’”。

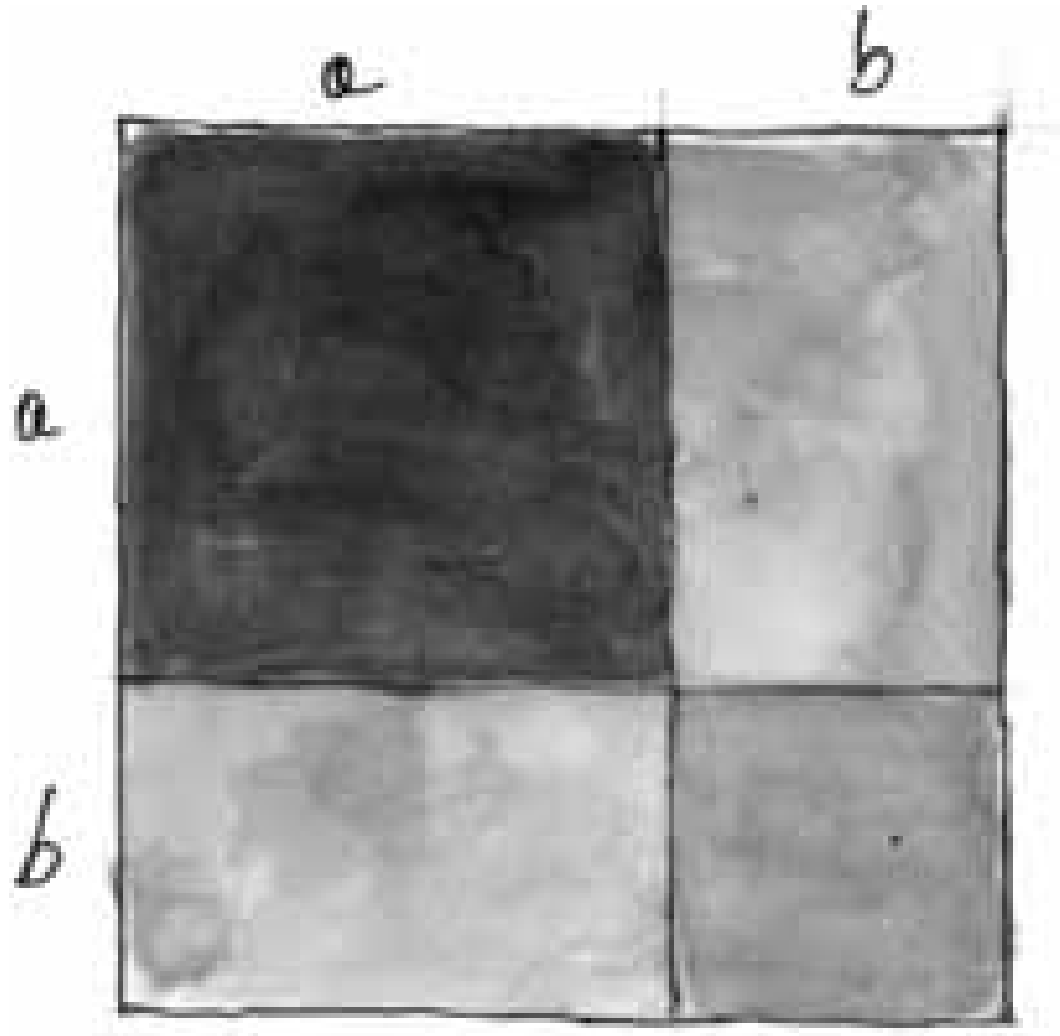
五六岁的时候，他就上学，开始学习阅读，过了几个星期，在母亲向老师交纳了高额的学费之后，他又开始学习书写。塔尔塔利亚说，从那以后，“我就再也没上学了，也没有请过家庭教师”。塔尔塔利亚在他独具特色的文字中说自己的学识教育靠自学完成，“凭借穷人身上‘发愤图强’的精神，此外，我始终孜孜不倦地研读前人的著作”。后来的他依旧发挥着这种“发愤图强”的精神，以摆脱贫困。

16世纪初的威尼斯是一个靠教授数学谋生的好地方。那里交通发达，商业繁荣，四通八达的水道能将载满货物的船只送到各个地方。在兵工厂里，工人们热火朝天地装备着远航的商船。塔尔塔利亚凭借自身的才智，做了兵工厂里木匠们的顾问，向遍布威尼斯的炮兵和数学家贩卖自己发明的炮弹，还在圣若望及保禄教堂做讲师，公开讲授欧几里得的《几何原本》。据塔尔塔利亚讲述，1537年8月13日，当他在讲解《几何原本》第十三卷命题13（看到数字13反复出现，心中就算不生疑，多少也会有点好奇），即球内接角锥的性质时，一位在场者打断了他，并抛出了一个问题，坚信这个问题会令他“茫然不知所措”。几年前的一个二月也发生了同样的一幕。一个名叫菲奥尔[3]的人，“没有什么才能，只是握有好的解法”，公开向塔尔塔利亚发起挑战——每人解出30道题，并在30天内向公证人提交答案。

“用代数运算”，塔尔塔利亚立马发现所有的问题都归于一元三次方程的解法，用当时的话说，就是“capitolo cubie cose uguale numero[4]”。你们会问然后呢？我们先来弄明白这个capitolo指的是什

么。学校老师告诉我们，方程中x表示未知数，指数表示乘方，例如x^2和x^3分别表示未知数的二次方和三次方。在中世纪的意大利城市里，算术老师在学校里教授的是由阿拉伯人传入西方的新科学。在他们的课堂上，未知数被叫作“la cosa”，三次方就叫作“cubi”。用我们比较熟悉的数学符号来表达，这个“capitolo cubie coseuguale numero”就可以写成方程式$x^3+px=q$，p和q为正整数。

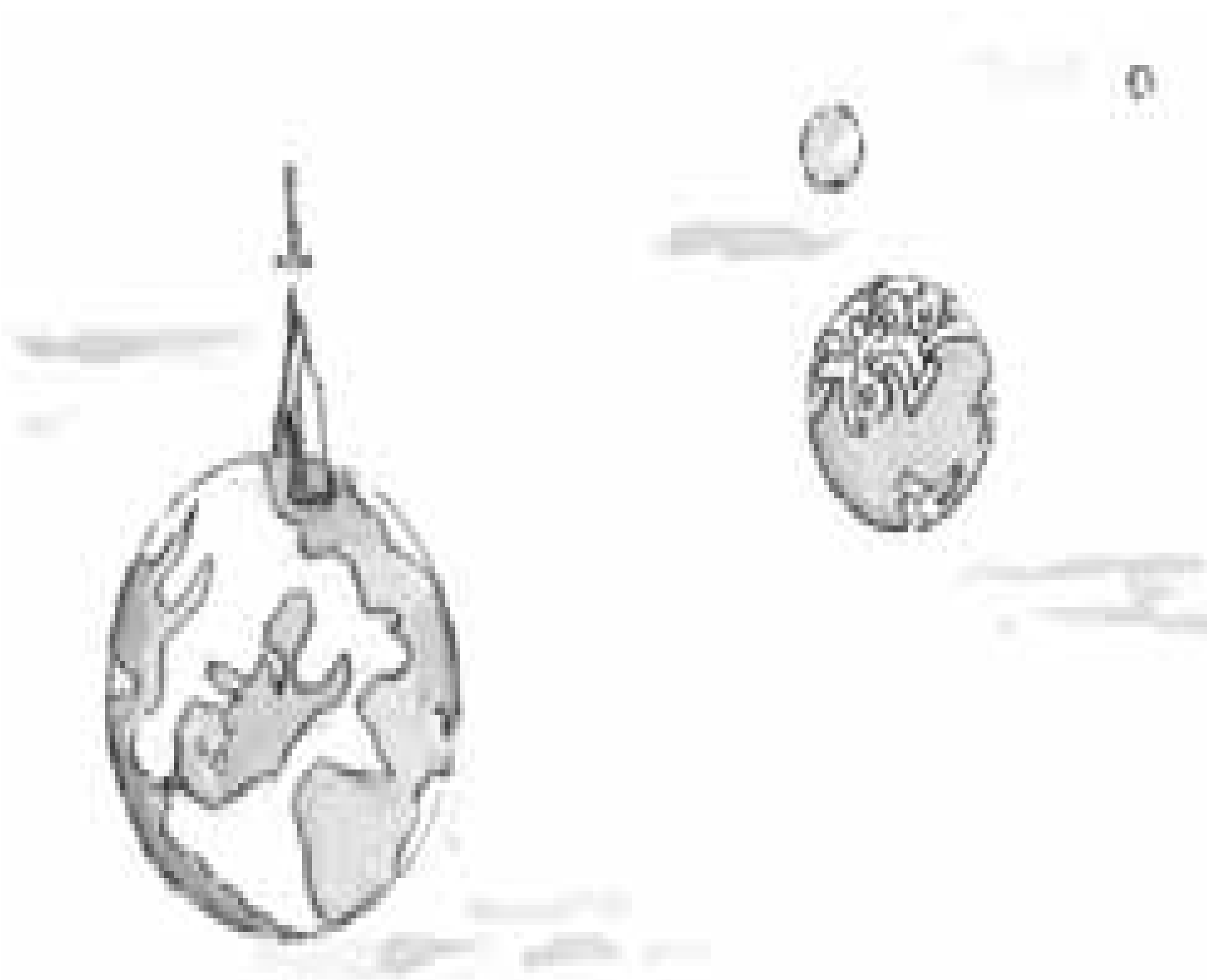
由于缺少合适的数学符号体系，那个时代的数学家仍运用几何来解题，他们认为解决一个一元二次方程相当于“将一个正方形填补完整”。这是什么意思？花拉子米曾经讲解过一元二次方程的解法，几百年后，司汤达[5]在自传体小说《亨利·勃吕拉传》中讲述另一个自我的时候也提到了一元二次方程。《亨利·勃吕拉传》写于1835年至1836年间，但作者生前并未发行，而是直到1890年才出版。青年亨利对数学兴趣浓厚（和青年时期的司汤达一样），学校里的老师却让他很是失望，“一个徒有虚名的老师，讲解题目的时候，就像在告诉我们怎么一步一步酿醋”。他是一个腼腆的少年，也是出了名的雅各宾党人，在数学上比老师懂得还多，经常向老师提问，寻求解答。“您说：‘同学们，我们从哪里开始讲呢？那就要看看你们学到哪儿了。’我们学了一元二次方程。明智的您为我们讲解了方程式，例如$a+b$的二次方$a^2+2ab+b^2$，先假设方程式的左端是正方形的初始，将这个正方形填补完整等等。”让我们补全司汤达的话，听听他究竟在说什么。你们把自己想象成青年亨利，接着，你们需要解开方程$x^2+10x=39$。花拉子米在介绍二次方程解法时使用的例题正是这个方程式。



黑色的正方形表示x^2，b=5。设等式的左端，即x^2+10x为“正方形的初始状态”。这是司汤达的说法，用几何术语说就是黑色正方形加两个灰色长方形的面积之和。所给方程告诉我们，这个面积之和等于39。为了填补最大的正方形，你们添上了一个深灰色的正方形，其面积为25，可得大正方形的面积为39+25=64。因此，大正方形的边长为8，未知数x=8-5=3。以此类推，如果要解开一个类似于$x^3+px=q$的一元三次方程，就意味着要补全一个棱长为x的立方体，p是一个正方形的边长，q是一个立方体的棱长。但是谈何容易。

现在，我们知道让塔尔塔利亚感到束手无策的难点是什么了。塔尔塔利亚困惑不已，因为他清楚地记得，卢卡修士曾在其著作中断言这类等式用一般的法则不可能解开。谁是卢卡修士？我们已经见过他了，他就是卢卡·帕乔利，是一位数学家，此外，他还是一位修士。他

的著作《算术、几何、比与比例集成》（1494年）被看作那个时代的数学“圣经”。塔尔塔利亚心想：“你想知道那个叫菲奥尔的家伙给我出了什么无法解开的难题吗？”在阿拉伯语，即迦勒底语中，方程理论也被叫作Algebra或者almucabala。当谈到方程解法时，《算术、几何、比例比与比例集成》的总论里明明白白地写着：“在当时的数学里，求解三次方程，犹如化圆为方问题一样，是根本不可能的。”总而言之，帕乔利断定“至今还没有”找到一个一般法则可以解开一元三次方程，正如人们还不知道如何化圆为方。更别说“补全立方体”了！这些一元三次方程就像代数上的直布罗陀海峡，标划出了至今还无人敢涉足的领域。



发出挑战的菲奥尔老师还打起了心理战。为了给塔尔塔利亚增加难度（“为了让他害怕”），他吹嘘自己已经知道了三次方程的解法，逢人便说“早在30年前，一位杰出的数学家就把这个秘密告诉了我”。然

而，这些吹嘘夸口并没有起到他所期望的效果。塔尔塔利亚并没有放弃，“我怀疑这些话的真实性，”他说，“也为了保全我的职业生涯，我每天都待在书房里，钻研可以解开这类方程的方法……我找到了。”那时距离截止日期只剩8天。几年后，塔尔塔利亚在回忆这件事时，说：“我找到了。”当时一元三次方程的解法被归为费罗[6]的发现，塔尔塔利亚想要夺回自己的数学成果却以失败告终。费罗是博洛尼亚大学的教授，被誉为数学上“难得一见的人才”。菲奥尔口中那位“杰出的数学家”指的就是他。

费罗曾把自己的发现告诉了一些朋友和学生，据说也传授给了菲奥尔，而蓬佩奥·博洛涅蒂的的确确是从费罗口中知晓的。蓬佩奥·博洛涅蒂也是博洛尼亚大学的教授。16世纪中叶，他在一篇手稿中坦白，他所知的“新”代数方程的解法是“博洛尼亚人希皮奥内·德尔·费罗阁下”传授的。古典数学上的直布罗陀海峡就这样被跨越了，正如几年前哥伦布率领着他的船队，跨越地中海，开启了大西洋的探险之旅。至关重要的第一步已经迈出，虚数诞生的宿命时刻临近了。

注释：

[1]尤里·马宁（YuriIvanovitch Manin，1937—），俄罗斯数学家，从事代数几何和丢番图几何的研究，还开展了数理逻辑、理论物理学等领域的阐释性工作。

[2]塔尔塔利亚（Tartaglia，约1499—1557），原名尼科洛·丰坦纳（Niccolò Fontana），意大利数学家，工程师。

[3]菲奥尔（Antonio Maria del Fiore，约1535），意大利数学家，是希皮奥内·德尔·费罗的学生。

[4]在意大利语中，uguale意为“相等，等同”，numero意为“数字”。

[5]司汤达（Stendhal，1783—1842），法国作家，被认为是最重要和最早的现实主义的实践者之一。其最有名的作品是《红与黑》和《帕尔马修道院》。

[6]希皮奥内·德尔·费罗（Scipione del Ferro，1465—1526），意大利数学家，曾任博洛尼亚大学代数学和几何学教授，他第一个发现了一元三次方程的解法。

把方程式变成诗＞＞

布雷西亚数学家的胜出令人们惊异不已，轰动一时。这个消息也传到了卡尔达诺的耳朵里。卡尔达诺在米兰讲授欧几里得的《几何原本》，是文艺复兴时期最擅长玩弄阴谋、最具争议的人物之一。他是帕维亚一位法学教授之子，是个百科全书式的学者，对神秘学和数学颇感兴趣，在米兰专科学校教书，其性格特质与众不同。在《我的生平》里，他讲述自己的生活充满了非同一般的际遇，故事之离奇令人半信半疑。

他出生时的经历就已经是一件令人匪夷所思的事了。他“从母亲的腹中脱离时像个死婴”，“被浸泡在一缸热红酒里”之后获得了重生，而这种方式“同时也可能致死”。他善击剑，青年时期，学习之余开始沉迷棋类和骰子游戏，欲罢不能，尽管“运气极差，甚至不得不抵押典当我妻子的珠宝首饰和家具”。暮年之时，他后悔自己“曾如此挥霍我的名声、时间和金钱”，然而他还是吹嘘自己在棋类游戏中发现了“确确实实超出人类能力的难题”，在赌博方面说明了“什么是运气，以及如何解释这种运气”，揭示了“一些奇异现象背后的原因”。卡尔达诺在世期间，成了享誉欧洲的数学家和医生。他在米兰教授数学，在博洛尼亚教授医学，也会解梦和占卜（包括给大主教占卜），与王公贵族交好，言行颇为异端，可与此同时又接受主教和教皇的庇护，研究仙术，也爱发明一些结构复杂、巧夺天工的器械，比如以他的名字命名的卡尔达诺万向接头。

和他父亲一样，卡尔达诺也在米兰专科学校教授数学。一位叫祖安内·达科伊的先生向他发起了关于解开一元三次方程的挑战。祖安内·达科伊曾向塔尔塔利亚发起过同样的挑战，结果以失败告终。于是，卡尔达诺经一位书商祖阿安东尼奥·达巴萨诺向塔尔塔利亚求教。达巴萨诺在一封1539年1月2日的信中介绍卡尔达诺为“卓越的数学家，如今，他正准备出版一部作品，关于算术和几何的实践”。卡尔达诺试图说服塔尔塔利亚给他看看菲奥尔出的题，并解释如何在“两个小时内”化解这些难题，他希望能将解法写进那本书里出版，同时注明这个解法是塔尔塔利亚的发明。不出所料，塔尔塔利亚拒绝了（“如果我想

公布我的发明，我会在自己的作品里公布”）。因此，2月12日，不满的卡尔达诺抱着再试一次的态度又给塔尔塔利亚写了一封信（“您以为您在跟谁说话，和您的学生吗？”），塔尔塔利亚傲慢地回复说：“我说过了，我以发明新事物为乐，也喜欢研究和谈论其他人没接触过的事物。”比如他发明的那些有助于大炮瞄准和射击的工具。而不是像某些人，“剽窃这位或是那位作者的东西，添进自己的书里”。

最后，塔尔塔利亚指责卡尔达诺给他设圈套（“想要诡计”），还装作自己知道一元三次方程的解法。塔尔塔利亚不相信，让卡尔达诺写下解法（“我敢赌一赔十”）。然而，面对卡尔达诺的迫切请求，一再回绝的塔尔塔利亚最终还是妥协了，卡尔达诺还承诺引荐他认识米兰公国的西班牙总督——阿瓦洛斯侯爵。如此一来，3月23日，塔尔塔利亚来到了卡尔达诺的家中。卡尔达诺向“上帝”起誓，“自己作为一个道德高尚的人”，绝不泄露塔尔塔利亚的发明，甚至“将解法写成暗语”，也就是用一种编码过的语言，以防“在我死后，有人会看懂”。“威胁解除以后”，塔尔塔利亚给了卡尔达诺一首不太标准的三行诗，其中暗含了一条公式，“这是开启道路的钥匙，一旦打开，你就能研究其他所有方程”。（“我把这个方程式的解法写成了一首诗”，是一首连他本人都认为“不是很标准的三行诗”）：

当一个未知数的三次方【x^3+px】

等于某个确切的数【$=q$】

就能在其中找到另外两个不同的数【$u-v=q$】

塔尔塔利亚开始讲解“一元三次方程”，接着把“三次方单独放一边”，即$x^3+px=q$，最终得到$-x^3+q=px$。

卡尔达诺最后得出了一条公式x=$\sqrt[3]{\frac{q}{2}+\sqrt{\frac{q^2}{4}+\frac{p^3}{27}}}$-$\sqrt[3]{-\frac{q}{2}+\sqrt{\frac{q^2}{4}+\frac{p^3}{27}}}$。至于如何运用这条公式，他请求塔尔塔利亚能看看“您对我的情意以及我们之间的友谊，我希望这份友谊至死不渝”，告诉他方程$x^3+3x=10$的解法。短短几天，塔尔塔利亚就把答案告诉了他，还在结尾警告他“记得遵守诺言”。面对卡尔达诺不断提出新的问题要他解答，塔尔塔利亚心中生疑，便不再回应卡尔达诺后来的请求。1539年8月4日，卡尔达诺还询问塔尔塔利亚$x^3=9x+10$的解法，抱怨塔尔塔利亚不回复他的信。

在寻找解法的过程中，卡尔达诺发现“一次项系数的三分之一的立方超过常数项二分之一的平方”。应用这条公式，意味着要计算一个“虚假”数字的平方根，即一个类似于$\sqrt{-2}$的“诡辩式的”数字。怎么办呢？这一次，塔尔塔利亚做出了答复，可是就连他也无法给出清楚的解释，表面却装成一个厌烦了不停给人解答的老师（“您没有走对路”），而这个人犯的错误，用他的话说，是连“一个开始学习代数的学生掌握的基础法则”都不懂的人才会犯的错。

1540年1月5日，卡尔达诺又给塔尔塔利亚写了一封信，告诉他“那个叫祖安内·达科伊的家伙又回来了”。达科伊吹嘘自己掌握了（“您的方程”）秘密公式，并给卡尔达诺出了难题，还说如果卡尔达诺愿意让他看看算法，他就把解法告诉卡尔达诺。塔尔塔利亚在回信中称“他比我想得更加卑鄙”，一个“废话连篇”的人。两个自以为是的人就这样在谩骂声中结束了对话。

几年过后，卡尔达诺在途经博洛尼亚时得知，他本以为只有塔尔塔利亚发现了求解一元三次方程的公式，可原来三十年前费罗就发现了。那和塔尔塔利亚的约定还作数吗？还是可以不必保守秘密了？卡尔达诺似乎并没有被这种进退两难的窘境所困扰，而他的化解方式就是在1545年出版了《大术》（全称为《关于代数法则的伟大技艺：卷一》）这本书。

“这本书耗时五年写成，但我相信它可以流传数千年。”有先见的卡尔达诺在书的末尾留下了这样的预言。这本书标志着一个全新时代的诞生。《大术》出版地在纽伦堡，题献给了安德烈亚斯·奥西安德[1]，作者在开头骄傲地写道：“我相信，对看这本书的人来说，书中没有什么难以理解的东西。”获知一元三次方程的求解公式让卡尔达诺热血沸腾，他把这个发现归为费罗的成果，尽管他承认“我的朋友”塔尔塔利亚也发现了这个解法，并在他“三番五次的请求”之后告诉了他。



在讲到求解的核心问题之前，卡尔达诺解释了一个数的（奇数次和偶数次）乘方和符号的运算法则。正数是“真实的数”，负数，也就是无法用自然的几何图形来表示的数，是“虚假的数”或者叫“伪造的数”（他使用商人的语言，说“我们把这样的数叫作欠或负”）。在未出

版的手稿《算术的伟大技艺》中，他说$\sqrt{9}$等于+3和-3，因为“正数相乘或负数相乘，结果都是正数。因此$\sqrt{-9}$既不是+3也不是-3，而是第三个难以解释的数字”。

我们正处于宿命时刻来临的前夕。随着“第三个难以解释的数字”的出现，虚数即将进入我们的视野。卡尔达诺隐约看见了这“第三个难以解释的数字”，可疑惑不决、惊慌失措的他退缩了。把一条长为10的线段分成两部分，使它们的乘积为40，这个问题该怎么解决呢？“这个问题明显是无法解决的。”他说。尽管如此，他还是注意到，将线段平分，再“通过代数运算”可以得到$5+\sqrt{-15}$和$5-\sqrt{-15}$。它们的和为10，乘积为$25-(\sqrt{-15})^2=25+15=40$。它们虽然解决了问题，但是无法用线段表示出来。总而言之，卡尔达诺认为这是个“诡辩式的”问题，找到的解答“既钻牛角尖，又毫无用处”。“不可约的情况”同样自相矛盾、令人困惑不安，比如卡尔达诺曾经问过塔尔塔利亚却没得到答复的方程$x^3=9x+1$，该等式出现的就是不可约的情况：令人困惑的地方在于运用求解公式会得到“诡辩式”的数字，无视这一点的话，这条方程总共有三个根，且每一个都真实存在。虽然这个问题在《大术》中没有得到解答，但很快它就会拥有一个令人们惊讶不已的答案。

尽管卡尔达诺所说的确是事实，但是《大术》的出版还是令塔尔塔利亚勃然大怒。在《各式各样的问题与发明》的最后一卷（1546年）中，塔尔塔利亚从他的视角讲述了这个故事，还附上了他和“杰出的卡尔达诺阁下”往来的信件，其中夹杂着一些斥责和谩骂。卡尔达诺的学生费拉里[2]为了维护老师，挺身而出，向塔尔塔利亚公开发出了

一封“数学挑战信”，还呼吁意大利各个城市里“喜爱数学、懂数学”的人都来现场观看比赛。塔尔塔利亚回了一封信，想鼓动他真正的对手参与比赛，“好一击给他们两人洗洗脑袋[3]，意大利还没有哪个理发师可以做到这个”。

挑战信中，除了写着要解开的问题，通篇都是这种语气。费拉里和塔尔塔利亚之间往来的六封信和同样份数的答案引发了一场比赛，而卡尔达诺完全置身事外，只是对这个事件做了个简短的评述：塔尔塔利亚“想在比赛中获胜，以证明他更胜一筹，而不是和一个亏欠他的人做朋友，即便他也没有这个发明的所有权”。一年半后挑战终止了。那是1548年8月10日，在米兰的方济各会教堂——花园圣玛丽亚教堂，一场公开的比赛不欢而散。两人在一个几何问题上论战了整整一个下午，第二天塔尔塔利亚抱怨在场观众对他存有公开敌意，因此弃赛离去。

注释：

[1]安德烈亚斯·奥西安德（Andreas Osiander，1498—1552），文艺复兴时期欧洲新教改革家。

[2]洛多维科·费拉里（Lodovico Ferrari，1522—1565），意大利代数学家。

[3]洗洗脑袋：四川方言，意为严厉斥责。

负数的平方根＞＞

费拉里和塔尔塔利亚的数学竞赛结束二十多年后，拉斐尔·邦贝利[1]在《代数学》（1572年）中称自己找到了“一种立方根，和其他立方根大不相同”。这位“博洛尼亚人”的生平经历不详。从他的语言中仍能看到欧几里得《几何原本》第十卷对他产生的影响。他敲响了宿命般的一刻，为科学带来了大量非凡的成果。



那一刻，负数的平方根登场了，就比如求解方程$x3=15x+4$得到的根，虚数乍然进入了数学的世界。运用卡尔达诺的法则，邦贝利得到

了$x=\sqrt[3]{2+\sqrt{-121}}+\sqrt[3]{2-\sqrt{-121}}$。当遇到“诡辩的数”$\sqrt{-2}$，“虚假的数”即-2的平方根时，卡尔达诺向塔尔塔利亚求助无果后就止步了。邦贝利说，跟卡尔达诺一样，这种平方根“在很多人眼里，与其说真实，倒不如说是诡辩式的”。他最初也抱有同样的想法，也犹豫了很久，直到他找到了“一种说得通的论证方式”，从几何学上说，就是一种能进行合理运算的论证。这是一种“不可避免的”运算，因为和那些可以求出普通且真实的立方根的可解方程相比，“得出这种根的方程更多”。总之，求解一元三次方程时，“不可约的情况”绝不是个例。

邦贝利解释说，这种新的“方根”，其运算法则和名字与其他方根不同。他给$\sqrt{-1}$取的名字很特别：“既不能叫负数，也不能叫正数，所以，当它要相加时，我把它叫作负正数，当它要相减时，就叫它负负数。”1777年，欧拉引入了一个沿用至今的符号，他说：“接下来，我会用字母i表示$\sqrt{-1}$，这样的话，i×i=-1且1÷i=-i。”在此之前，邦贝利也阐述了他的那些“负正数”“负负数”的乘除法运算法则。如今，人们用+i和-i分别表示“负正数”和“负负数”。继欧拉之后，符号i成了虚数单位，满足形式$a+b$i（a、b均为实数）的数称为“复数”。那些数字的秘密终于在此刻被揭开。这就是马宁在半个世纪前谈论的物理学上的发现。

邦贝利使用当时独特的修辞代数语言解释说：在求解一个类似x3=15x+4的方程时，绝不可能只出现一个复数根$a+b$i，必定有一个与它互轭的根$a-b$i。就这样，经过多次尝试之后，邦贝利得出了

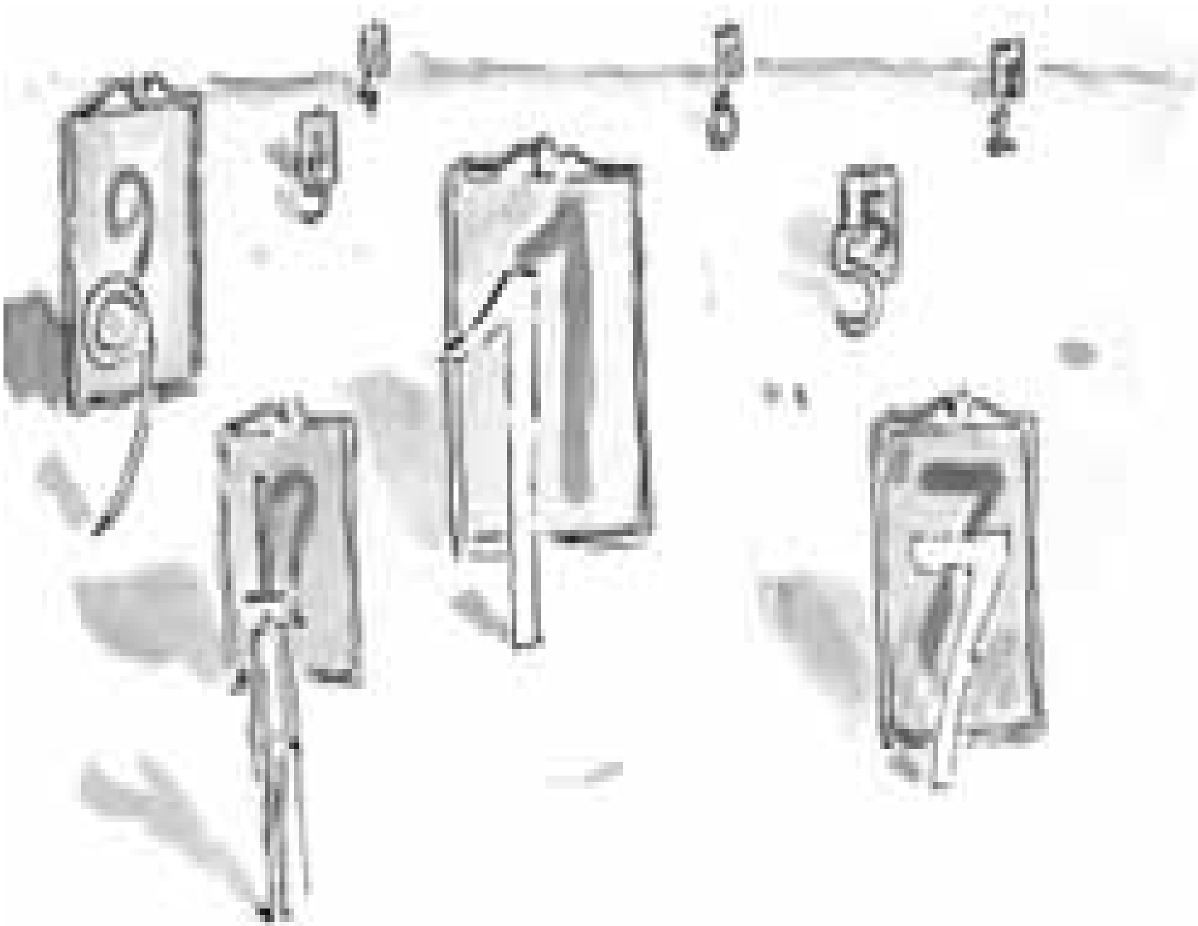
$\sqrt[3]{2+\sqrt{-121}}=2+i$和$\sqrt[3]{2-\sqrt{-121}}=2-i$，并下结论$x=4$（运用欧几里得的除法运算法则，会得出另外两个实数根，$x=-2\pm\sqrt{3}$）。总之，虽然通过求根公式得到了负数的平方根这样不可能存在的数字，但邦贝利最终还是求出了方程的三个根。三个根，这让“许多人都觉得古怪”，而邦贝利通过构造几何合理地论证了它们。至于找到一个能够解决不可约情况的一般法则，“我认为目前是不可能实现的”。邦贝利如此总结道。他说的没错。

“这完全破坏了欧几里得的规则。”卡尔达诺做出了简洁的评述。的确，邦贝利的“负正数”和“负负数”根本无法用线段长度表示，这样一来，用几何阐明方程的解就失去了意义，尤其是求解一元三次方程，从几何的角度说，就是“补全立方体”。此外，欧几里得告诉我们数字可以按大小排列，而那些“世人从未见过”的数字缺乏这个在记数系统里必不可少的特点。弗朗索瓦·韦达[2]是一个研习古希腊数学的天才爱好者，也是一个政治家，曾任英国议员和国王亨利三世的顾问。面对这些无法排列的数字，他急忙宣称虚数，还有负数，应该被数学排除在外。

正如西尼斯加利所说，在数字史中寻找隐藏着的“虚数的起源”时，我们会看到相当有趣的一幕：“一开始，人们在怀疑中排斥它，接着又在惊奇中重新认识它，看无法消除的它如何扰乱最敏锐的心灵。”韦达想把虚数从数学中彻底抹除，而笛卡儿在《几何》（1637年）中说：一个方程的根“不一定总是实数，有时只是虚构出来的数”。在邦贝利命名之后，笛卡儿也给那类数字取了名字，且这个名字沿用至今，即便——笛卡儿补充说——“有时候，根本不存在与那些虚构的数相对应的量”。

两百年来，邦贝利的发明都被迫在数学的边缘地带徘徊，正如莱布尼茨在1702年所说，它就像“一种分析的奇迹，虚构世界中的一个怪物，游移在有无之间”。西尼斯加利在《数学灵感》（1950年）一书中邀请文学评论家詹弗兰科·孔蒂尼[3]深化诗歌的概念，后者认为诗歌的

概念就像“一个量子，一股力量，一种可以用一个复数表达出的极度兴奋”。还有一个地方也提到了虚数：“‘虚数’的出现有助于说明数与力之间的联系，正如‘无理数’也解释了数与形之间的关系。”



在欧拉的《代数基础》（1770年）中，仍回荡着邦贝利和笛卡儿的话语：负数的平方根“应该归为一类完全不同于正数和负数的数字”。它们“既不大于零，也不小于零，可我们也不能说它是0”。因此，我们只能认为这类数字“从本质上讲，是不可能存在的”。它们是虚构的数字，因为它们“只存在想象中”。尽管虚数的本质仍模糊不清，但是它“无法消除的存在”让人们发现了它与其他诸多数学领域息息相关。

注释：

[1]拉斐尔·邦贝利（Rafael Bombelli，1526—1572），文艺复兴时期欧洲著名的工程师，同时也是一名卓越的代数学家。

[2]弗朗索瓦·韦达（François Viète，1540—1603），16世纪法国最有影响的数学家之一。他的研究工作为近代数学的发展奠定了基础。

[3]詹弗兰科·孔蒂尼（Gianfranco Contini，1912—1990），意大利文学评论家、语史学家。

计算虚数＞＞

1811年，高斯给朋友弗里德里希·贝塞尔[1]写了一封信。在信中，高斯说：实数的范围在几何上可以用一条直线表示，那么同样地，“用一个无限的平面，也可以具体表示出所有的数，包括实数和虚数。这个平面以*a*为横坐标，*b*为纵坐标，平面上每一个点都表示数*a*+*b*i。”如今的数学家以数学王子（高斯）和让—罗贝尔·阿尔冈[2]的名字为这个平面命名，称之为阿尔冈-高斯平面。阿尔冈是一个喜爱数学的瑞士人，1866年，他出版了一本没有书名的小册子，阐述了如何用几何方式表示复数。高斯在1832年公开发表了他的想法。高斯认为，直到那时候，虚数仍没有得到正确的看待，仍被一片“神秘的黑暗”所笼罩。部分原因也在于它的名字。在他看来，如果人们在提到+1、-1和$\sqrt{-1}$的时候，能叫它们正向单位（direct）、反向单位（inverse）和旁侧单位（lateral units），而不是叫正数单位、负数单位和虚数单位（甚至叫不可能存在的单位），那么一切都会清晰明了。

但这不仅仅是一个语言上的问题。十五年过去了，杰出的数学家柯西[3]也提到了这一点。他为巴黎综合理工学校的学生撰写了一本教材——《分析教程》（1821年）。柯西在书中说：像*a*+*b*$\sqrt{-1}$这样的表达式是符号表达式，“按惯例对它进行字面意思上的解读，是不准确的或者说是没有意义的，但是运用这种表达式又能推导出正确的结果”。它们只是平面图上的点或者旁侧单位！人们一直在执着地寻找能够表示符号$\sqrt{-1}$的东西，这种“必须找到”的念头使人殚精竭虑，而柯西的观点正好消除了这个“必要性”。

那个在柯西眼里令人绞尽脑汁的符号，数十年后也同样折磨着穆西尔[4]笔下的小说主人公——青年特尔莱斯[5]。在一节数学课后，特尔莱斯问朋友本伯格是否理解了关于虚数的事情。“没什么难的，”本伯格回答说，“只要记住计算单位是 $\sqrt{-1}$ 就行了。”“可问题就在这里，”特尔莱斯反驳说，“因为 $\sqrt{-1}$ 不存在啊。”的确，每个数字，无论正数还是负数，只要升平方之后，得到的值都是正数。在这点上你们一定和特尔莱斯意见一致。他朋友的回答是：“说的对极了。可是为什么不能同样给一个负数开平方呢？出来的结果自然不是实数，事实上我们也是把它定义为虚数。就好像我们说，这个位置平常都有人坐，所以我们今天也给他摆上一张椅子；即便与此同时他死去了，我们还是假装他正在来的路上。”特尔莱斯又反驳说：“但如果在数学上已经百分之百确定不可能给一个负数开平方，那该怎么办呢？”“我们就假装它可以，照样给它开方。”本伯格回答说，“它总会得出一个结果。追根究底，无理数的计算不也是这样吗？尽管你一直在计算，却永远除不尽，得不出一个分数，也不会有结果。两条平行线在无限延长的过程中相交，你想给这样的事实赋予什么意义呢？我觉得，如果人太钻牛角尖的话，这世上就连数学都不存在了。”

不知道你们怎么想，反正这番话没有说服特尔莱斯，尽管他不得不承认“令人惊讶的是，这些虚数或者说不可能存在的数可以进行运算，最后得出一个具体的结果”。因此，特尔莱斯转而向老师求助。老师立马“承认这些虚数的值确实不存在。哈哈，对一个年轻的学生来说，这个问题可是块难啃的骨头”。所以，如果你们也想不通这个问题，不要难过，你们不是一个人。你们想想，一个在享有盛誉的维也纳学院就读的青年学生也同样百思不得其解。

可老师接下来是这样向特尔莱斯解释的（他以“您”称呼这位青年学生）：“这些数学概念仅仅只是纯粹的数学思想的必需品，您应该接受这个观念。”呵，这样说可不是什么了不起的解释！老师接着劝告他：“您想一想，您仍处在教学的初级阶段。关于您必须学习的诸多内容，很难给出一个正确解释。大部分的学生都没有察觉这一点，真是

一件幸事。”他竟然还说了这样的话！那要是有人察觉了呢？如果有这种可能，老师说他也会很高兴，可“我只能说：亲爱的朋友，你只要单纯地相信它。等未来某一天，你懂的数学知识有现在的十倍多，那时你就会懂了。但是现在，你只要相信它！”。总之，像数学这样卓越的理性科学，其定理竟沦为了教条！“你只要单纯地相信它！”

当你们在学校里学习数学时遇到困难，有多少次听到这样的话呢？举个简单的例子，“负负得正”，没有人能够给司汤达/亨利·勃吕拉一个清楚的解释。老师是这样向他介绍“负负得正”的——“它是代数这门学科最重要的基础法则之一”，特别像在介绍一种“醋的酿法”，以使他最终相信“负负得正”“必须是正确的，因为我们在运算中应用这个法则得出的结果都是‘正确而无可非议’的”。那本伯格提到两条平行线在无限延长的过程中相交，又怎么说呢？当亨利·勃吕拉在一本书上读到这条定理时，“感觉自己在读一本教理问答手册，还是最陈旧的那本”。和特尔莱斯一样，他也“徒劳地向夏倍老师寻求解释”。夏倍老师是这样回答亨利的：“孩子，”他以父亲的口吻说，“孩子，你以后会懂的。”“别无他法”，可避而不谈是没有用的。要相信虚数，如同坚信一条教理。“因为，”老师对特尔莱斯说，“数学是一个独立的世界，你必须在这个世界生活很长时间，才能感受到其中所必需的一切。”



事实上，那个“独立的世界”并非全然独立，因为它帮助我们认识了各种物理现象和身边的自然世界，也让我们理解了一些看似不真实存在的事物，比如一位博洛尼亚数学家在四百多年前的一个宿命时刻发明的虚数。发明的？确定吗？约十年前，普林斯顿的物理学家弗里曼·戴森[6]在一场爱因斯坦的讲座上说：数学家们“一直把复数看成数学家发明出来的人造物，仿佛它是从现实生活中抽离出的一个有用且精致的抽象概念”。他们从未想过，实际上，原子就是在这个由他们发明出来的人造记数系统上运行的。他们没有想到，大自然竟然先我们一步与虚数有了交集。戴森的话是真的吗？薛定谔[7]曾经从光波理论模型出发，写出了一个描述粒子运动的方程。戴森认为，这个方程没有用

处，也毫无意义，直到薛定谔在方程里加上了$\sqrt{-1}$。突然之间，方程拥有了意义，薛定谔发现方程的解对应玻尔模型的量子化轨道。

戴森总结说：总而言之，“那个$\sqrt{-1}$意味着参与自然界运转的不是实数，而是复数”。这让薛定谔，还有其他许多人，都惊诧万分。

20世纪60年代初，马宁谈到了在量子物理学家之间广为流传的一句话，你们还记得他说了什么吗？在那个时代，尤金·维格纳[8]的一篇文章也时常被提及。维格纳是1963年的诺贝尔物理学奖获得者，他的这篇文章标题很有挑战性：《数学在自然科学中不合理的有效性》。维格纳宣称这种有效性是“不合理的”，可说到理由，时至今日仍是学界争议不休的话题。维格纳认为，数学在自然科学中所起的巨大作用，“是某种几近神秘的东西，找不出合理的解释”。总之，数学是一个十足的奇迹，要展现这点，复数就是一个特别恰当的例子。

假如说“在我们的日常生活中，没有什么地方需要导入这些数学量”，数学家却能罗列出很多优美的定理，尤其是我们之前见过的诞生了那些数字的方程。简言之，那些生活在遥远的16世纪的天才数学家们所取得的卓越成就，维格纳“并不打算放弃”，可“对不信奉数学的人而言”，复数“既不自然也不简洁，且也无法从物理观察中找到暗示”。如果你们意外发现自己就是“不信奉数学的人”，不要生气。维格纳也不是信徒，可他还是使用了宗教用词，像写宗教文章一样，谈到了奇迹和奥秘、信众和不信者。无论你们是否认同数学是一个奇迹，复数的运用都不是“一种计算技巧”，反而“是表述量子力学形式系统的必须要件”，维格纳总结说。他还预言说，复数函数“注定会在量子论的表述中扮演决定性的角色”。一切确实如他所预言的那样发生了。

注释：

[1]弗里德里希·贝塞尔（Friedrich Bessel，1784—1846），德国天文学家及数学家。

[2]让—罗贝尔·阿尔冈（Jean-Robert Argand，1768—1822），会计师、业余数学家。

[3]奥古斯丁·路易·柯西（Augustin Louis Cauchy，1789—1857），法国数学家。

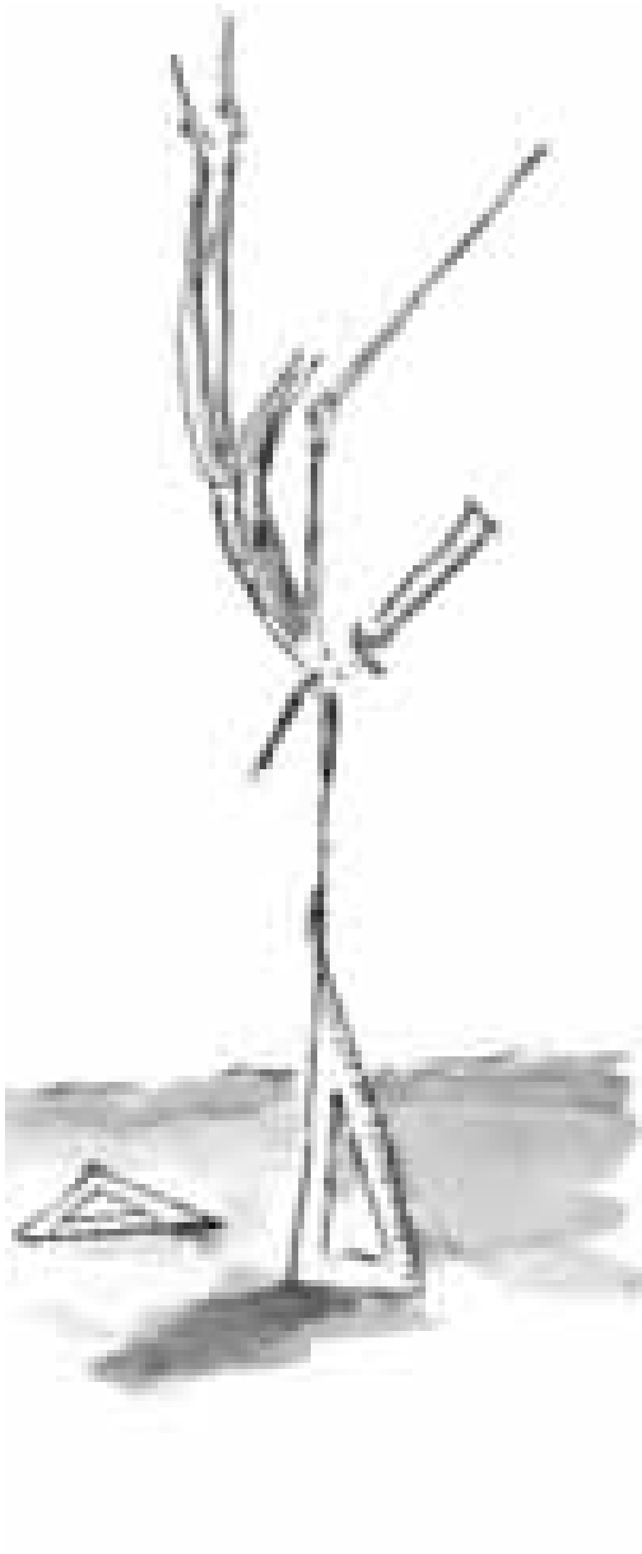
[4]罗伯特·穆齐尔（Robert Musil，1880—1942），奥地利作家。

[5]出自《学生特尔莱斯的困惑》（1906年）。——编者注

[6]弗里曼·戴森（Freeman John Dyson，1923—2020），美籍英裔数学物理学家，普林斯顿高等研究院教授。

[7]薛定谔（Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger，1887—1961），奥地利理论物理学家，量子力学奠基人之一。

[8]尤金·维格纳（Eugene Paul Wigner，1902—1995），匈牙利-美国理论物理学家及数学家，奠定了量子力学对称性的理论基础，在原子核结构的研究上有重要贡献。



准备好，你们要离开熟悉的三维世界，抛开你们深信不疑的欧氏几何，进入非欧几何的世界，进入由数学家们为变革现代物理学而创造的多维度空间。

第六章
非欧几何的世界

不止于三维＞＞

1919年11月7日，伦敦《泰晤士报》中有一篇报道，其标题为“科学的革命，宇宙新理论，牛顿的思想被彻底推翻”。到底发生了什么具有重大变革性的事？同年5月，天文学家亚瑟·爱丁顿[1]和弗兰克·戴森[2]分别前往几内亚的一个海岛和巴西，观测了日全食现象，11月6日，在一场注定会被历史铭记的皇家学会会议上，他们交流了观测结果，而观测结果证实了广义相对论的预言：太阳的质量使光线在空中发生了偏折。全世界的新闻媒体接二连三地转发这则新闻，爱因斯坦一夜成名。“世界历史上的一个新伟人！”某个柏林报刊在爱因斯坦的照片下配上了这样的文字。《泰晤士报》援引皇家学会主席的话，写道：1846年海王星的发现强有力地证实了牛顿定律和欧氏几何的正确性，而广义相对论是继发现海王星之后最重大的事件。

如今，“关于宇宙这个大工厂的科学观点应该做出改变了”，以和“人类思想最重要的表述，或者说最重要的表述之一”——相对论达成一致。爱丁顿认为相对论是“展现数学推理力量最好的例证之一”。一个天才数学家在19世纪中期的一个宿命时刻预测的空间观，引发了一场激动人心的变革的高潮，在两千年后，先于牛顿推翻了唯一的欧氏几何理论，解放了几何学家，打开了他们创造性的想象。

这个“宇宙工厂”不再遵循欧氏几何理论了？空间几何也不再是欧几里得给我们解释的那个空间几何吗？光线的轨迹也不是直线的？怎么可能呢？如果你们感到难以置信，这是很正常的，因为你们的生活经验告诉你们的恰恰是空间遵循欧几里得定理、光线沿着直线传播。但什么是空间呢？等会儿我们听听康德是如何定义它的。在尝试定义空间之前，你们要知道，连欧几里得都没有做过这件事。欧几里得在

《几何原本》中研究了立体的特性，但是并没有给出空间的定义。他只是说立体是“一个有宽度、长度和深度的东西”，也就是说它有三个维度。最初几条定理讲的是相交于一条直线的几个平面，或者平面上的一条垂线，等等，从这些定理中，我们可以凭直觉领悟出空间指的是什么。那什么是直线呢？这提的什么问题呀！直线是什么，我们所有人都以为自己在学校里已经学过了。这没错。

那你们自己试着去定义它吧。某个直的（或者说，不是弯的）东西，如果你们给出的定义跟这个差不多，那就不必说了。你们也许会为自己辩解，说自己不是数学家。那你们能够聊以自慰的就是，这个难题也同样困扰了数学家们几百年。数学中经常出现的一种情况就是，那些看似最明显和熟悉的概念，反而最难给出严谨的定义。杰出的百科全书式学者和数学家达朗贝尔写了一句很有名的话。他在1795年写道：“直线的定义和特性，如同平行线的定义和特性，这么说吧，是几何原理中的障碍和家丑。”至于吗！当然了，因为整个欧氏几何都建立在这些定义和特性上。难怪在达朗贝尔眼里，给直线和平行线下定义的事成了一件丑闻。

达朗贝尔补充说，直线的普通定义就是两点之间最短的线。如果你们想一想，或许会赞同他给出的定义。这位法国学者接着说，可这个定义看起来更像是直线的特性而不是原始概念。你怎么知道它是最短的那条呢？谁说从一点到另一点只有一条最短的路径呢？我们之所以赞同这个直线的概念，只是因为它隐含了这个事实。如果我们无法对直线下一个令人满意的定义，那我们也不可能给出平行线的定义。达朗贝尔的提示似乎为我们指明了道路，他说：一条直线的平行线是位于直线同一侧且距离直线相等的两个点所连成的线，与该直线位于同一平面。未经论证而设定它是真的，就是设定某样定义之外的东西。又回到了原点，我们仍在讨论距离的概念。达朗贝尔总结说，总之，“平行线理论是几何原理中最不易跨越的难点之一”。

从大约公元前300年起，无数几何学家呕心沥血，尝试解决这个难题。欧几里得在《几何原本》中确立了几何准则。在他给出的定义中，“直线是与其重合的每一个点所连成的线”。你们也许会觉得这个定义不是很清晰。他不该遗漏直线是两点间距离最短的线，但只有阿基米德明确设定了这一点。至于平行线，欧几里得认为，它们是位于同一平面，两端无限延长却永不相交的直线。

《几何原本》中的前三条公设（在任意相异两点之间能作且只能作一直线；直线两端可任意延长；给定任意圆心和半径可以作圆）确保了构造基础几何图形的可能性。第四公设为所有直角都彼此相等。而第五公设，即所谓的平行公设，第一眼看上去很是与众不同：同一平面内的两条直线与第三条直线相交，若其中一侧的两个内角之和小于两直角和，则该两直线无限延长后必在这一侧相交。你们在纸上作个图，就会一目了然了。然而，你们可能会认为这条公设根本不是那么显而易见，在概念上比起前四条，无论如何都要复杂得多。达朗贝尔口中“几何的障碍和家丑”，说的就是这条公设。可它至关重要，因为正方形的构建、毕达哥拉斯定理的证明以及由它推演出的其他所有定理，都以这条公设为基础。

公元5世纪，普罗克洛在为《几何原本》撰写的《评注》中说，很早之前就有学者认为，通过其他四条公设，可能再加上一条比欧几里得公设更简单易懂的新假设，就能证明第五公设。接下来的数个世纪，众多数学家都向欧几里得公设发起了挑战，可他们绞尽脑汁也无法给出证明。

在他们之中，有人认为平行线的概念直观易懂，有人认为要运用图形的相似性，还有人想用普罗克洛提出的新公理代替第五公设，即“过直线外一点无法作出两条与已知直线平行且不重合的直线”。你们或许在课本里学到了它的等价公理：“在平面上，过直线外一点只能作一条直线与已知直线平行”。可你们如果仔细想想，就会发现普莱费尔[3]在18世纪末提出的这条公设比欧几里得的平行公设还要复杂。它们俩是对等的，意思就是说从第五公设可以推导出普莱费尔的公设，反之亦然。从波斯数学家欧玛尔·海亚姆[4]和纳西尔丁·图西[5]，到17世纪末的约翰·沃利斯，再到18世纪末的阿德里安-马里·勒让德[6]，许多欧氏几何的“改良者”所提出的公理假设都存在这个问题。

还有学者试图使用反证法证明第五公设，比如耶稣会士吉罗拉莫·萨凯里[7]。反证法是一种论证方式，如果从论题A的反论题可以推演出A，那么论题A为真。萨凯里说：“这似乎是所有真理的首要特点，从假设真理的反面为真，通过令人惊叹的反驳和推论，最终又回到了真理本身。”萨凯里在《免除所有污点的欧几里得几何》（1733年）一书中研究了一个带有双直角的等腰四边形，即∠A和∠B为直角，$AD=BC$。



那$\angle C$和$\angle D$怎么样呢？首先一目了然的是它们的大小相等。此时，你们或许会想到三种可能性：$\angle C$和$\angle D$都是直角，或者都是钝角，又或者都是锐角。其中的每一种可能（萨凯里把它们叫作假设），都具有普适性，就是说如果它适用于某一个双直角的等腰四边形，那么它对其他所有双直角的等腰四边形都成立。

关于直角的假设就是欧几里得所说的公设，*ABCD*是一个长方形，自然满足第五公设。运用反证法，萨凯里证明了“钝角的假设是错误的，因为它会破坏图形本身”。还剩下锐角这个“敌对假设”，只有它还违背欧几里得的公设。为了打败它，萨凯里投入了一场“长久的战役”，写满了一页又一页晦涩难懂的推论，最终得出了结论——那个假设“是完全错误的，因为它与直线性质相矛盾”。你们看见了吗？我们回到了起点：又一次涉及直线的“性质”。这个“性质”是什么呢？那个假设所导出的结论，与人们看到直线时的最初感受相矛盾，萨凯里难道不是在避免承认这点吗？

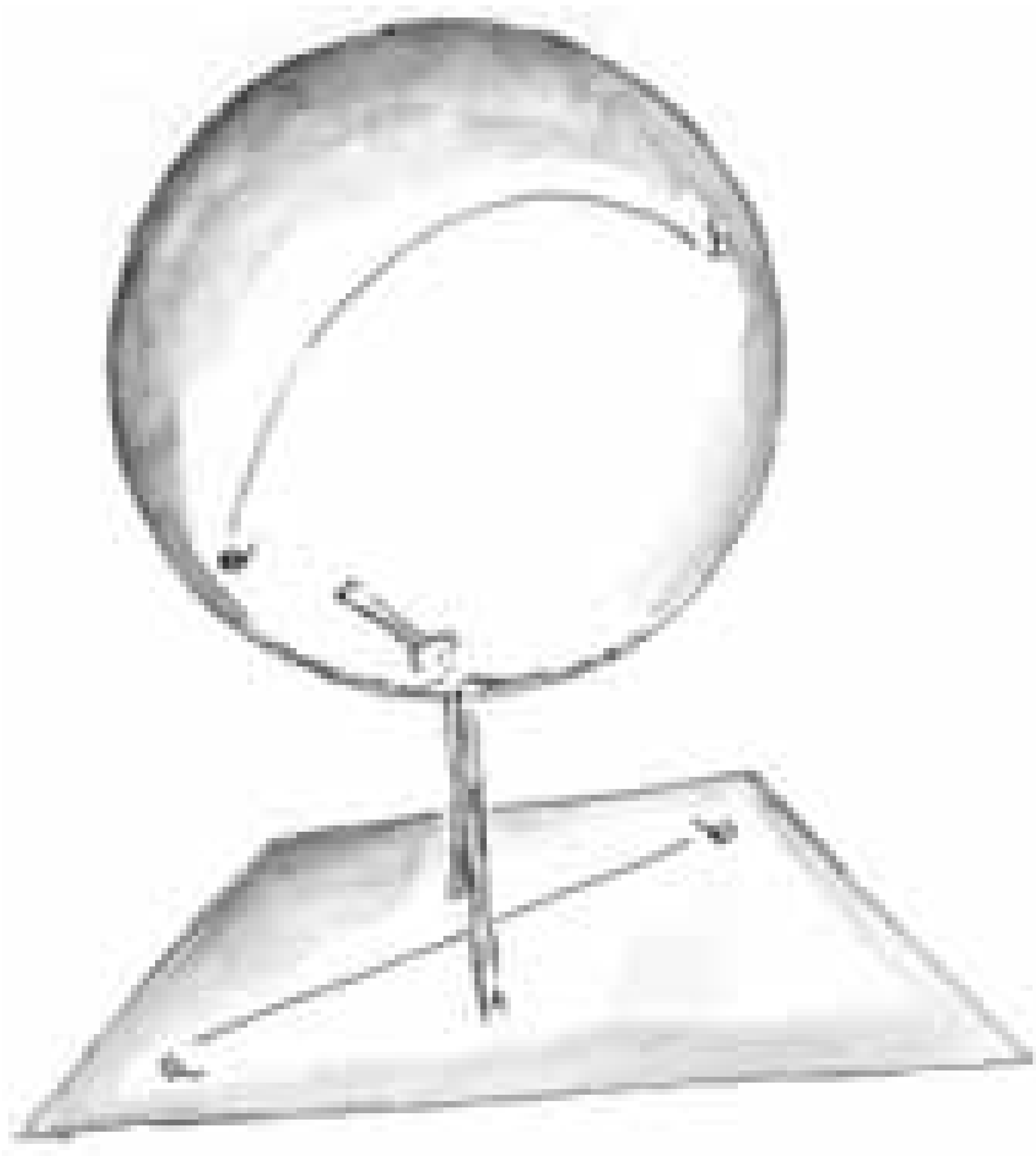
在这场“战役”中，萨凯里阐明和论证了一堆令人意想不到的新定理，因此有后人称他为非欧几何的“先驱者”。但萨凯里并不是另一个哥伦布。哥伦布本要寻找去往印度的新航线，却发现了新大陆，而萨凯里却坚信自己成功制服了锐角这个“敌对假设”，肯定自己抵达的地方就是“印度”。因此，保尔·瓦雷里[8]对“这个萨凯里”所表现的带有讽刺意味的惊讶就显得不太恰当了：“萨凯里为未来一种大胆创新的几何学稍稍推开了大门，却不承认”，因为事实上“他就是一个完全的耶稣会士”。可萨凯里在命题上并不是“耶稣会式”的，反而对欧氏几何有一种“托勒密式”的信仰。无论如何，尽管萨凯里十分确信自己的论证，可他并没有为欧氏几何去除任何污点。如果说第五公设是欧几里得空间科学这件衣服上的污渍，那么这块污渍依然存在。然而，用伊姆雷·托特[9]的一个恰当说法来说，应该是这位耶稣会士的努力使“几何学变得不再单纯”。令人反感的使几何变得不再单纯的第五公设被公开阐明并得到全世界的认知，还要等待一个多世纪。

身在哥廷根的克吕格尔[10]认真研读了萨凯里的研究成果。1763年，他还在论文中讨论了萨凯里的研究。那他得出的结论是什么呢？“就目前而言”，面对他这样的“纯粹真理的捍卫者”，我们至少可以说“没有哪个头脑健康的人会否定欧几里得公设”。没错，就目前而言。受克吕格尔的论文启发，朗伯沿着萨凯里的足迹出版了《论平行》（1776年）。这个朗伯就是那个证明了π是无理数的朗伯。数学家用弧度表示角的大小，而数字π还表示平角的度数，即180°。和萨凯里一样，朗伯也试图证明锐角的假设不成立却终告失败，这次他构想了一个有三个直角的四边形，论证的是第四个角。

在讨论钝角的情况时，朗伯从球面三角学中得到启发，猜测长度的绝对度量的所有可能性。球面上，由三条大圆的弧所包围的区域称为球面三角形。球面三角形不存在相似性，也就是说相似的球面三角形彼此完全相同。球面三角形的三个内角α、β、γ的和大于180°，即大于π；三角形的面积由公式R^2（$\alpha+\beta+\gamma-\pi$）可得，R为球的半径。长久以来，这两点众所周知。那锐角假设的情况如何呢？这次内角和不再“过量”，反而“不足”，小于π，面积公式为r^2［$\pi-$（$\alpha+\beta+\gamma$）］，r为常数。“由此，我几乎可以得出结论：这个假设存在于某个虚半径球体上。”朗伯带着些许犹豫，终于大胆地说出了自己的想法。的确，如果

$R=r\sqrt{-1}$，球面三角形面积公式 $R^2(\alpha+\beta+\gamma-\pi)$ 就会变成 $(r\sqrt{-1})^2(\alpha+\beta+\gamma-\pi)=r^2[\pi-(\alpha+\beta+\gamma)]$。

无论如何，谨慎的朗伯决定不出版他的这本著作，直到他逝世以后的1786年，这本书才问世。和萨凯里的结论一样，朗伯的结论也和普通的空间概念相矛盾。朗伯与康德保持着密切的书信交流，我们可以在康德那里找到关于空间的表述。这位来自柯尼斯堡的哲学家在《纯粹理性批判》（1781年）一书中判定："空间并不是从外部经验之中抽引出来的经验性概念。""它作为一切外部直观的基础，是一种必然的先天表象。""所有几何原理的无可置疑的确定性"就建立在这种先天必然性上。不必多想，康德口中的这个几何，自然是欧氏几何。



一百年后，关于空间的概念依旧没有改变。陀思妥耶夫斯基笔下，伊万·卡拉马佐夫在与弟弟阿辽沙的一段漫长交谈中说：“假如上帝存在，而且的确是他创造了世界，那么正如我们所知，上帝是按照欧氏几何创造的世界，还创造了只有三维空间概念的人类头脑。”可从古时起，人们就知道球面几何并没有违背欧氏几何的公理，朗伯的阐释也说明了这一点。当时，非欧几何的消息应该也传到了圣彼得堡，因为伊万接着说：“但是以前有过，甚至现在还有一些几何学家和哲学家，其中不乏最出色的学者，他们怀疑整个世界，或者说得更大一些，整个宇宙是否真的只是依照欧氏几何创造的。他们甚至还质疑平行公设，大胆猜想：欧几里得认为永不相交的两条平行线，它们事实

上可以在无限延长之后，相交于某点。”伊万陷入了困惑。最后这种定义平行线的方式，司汤达笔下的亨利·勃吕拉曾在一本“陈旧的教理问答手册”中学过，但与处于争议之中的著名的第五公设毫无关系。

注释：

[1]亚瑟·爱丁顿（Sir Arthur Stanley Eddington，1882—1944），英国天体物理学家、数学家。

[2]弗兰克·戴森（Frank Watson Dyson，1868—1938），英国天文学家。他为证明爱因斯坦的广义相对论起了重要的作用。

[3]普莱费尔（John Playfair，1748—1819），苏格兰科学家、数学家，爱丁堡大学自然哲学教授。

[4]欧玛尔·海亚姆（Omar Khayyam，1048—1122），波斯诗人、天文学家、数学家。

[5]纳西尔丁·图西是13世纪波斯天文学家、数学家，中世纪著名的百科全书式的学者之一。

[6]阿德里安-马里·勒让德（Adrien-Marie Legendre，1752—1833），法国数学家。他的主要贡献在统计学、数论、抽象代数与数学分析上。

[7]吉罗拉莫·萨凯里（Girolamo Saccheri，1667—1733），是一位意大利耶稣会士、经院哲学家和数学家。

[8]保尔·瓦雷里（Paul Valéry，1871—1945），法国作家、诗人，法兰西学术院院士。除了小说（诗歌、戏剧、对话），他还撰写了大量关于艺术、历史、文学、音乐、政治、时事的文章。

[9]伊姆雷·托特（Imre Toth，1921—2010），罗马尼亚哲学家和数学史学家。

[10]克吕格尔（Georg Simon Klügel，1739—1812），德国数学家、物理学家。

“真正”的空间几何＞＞

1919年的日食观测结果证实了欧氏几何这个工具并不适应新的“宇宙工厂”。那么，“真正”的空间几何是什么呢？你们思考过这个问题吗？你们可能没想过，甚至会觉得这个问题很是荒诞。不要担心，几百年来，人们的想法都和你们一样——两千多年来，没有一个人思考过这个问题。欧几里得在《几何原本》中建立的几何系统，看起来总是很合理，因为它把感性经验的事实化为抽象术语，如康德所说，还带着无可置疑的确定性。高斯在少年时期就开始思考欧几里得公设的本质，尤其是第五公设，也开始思索“真正”的空间几何究竟是什么。

当高斯还在哥廷根上学时，他曾与同学法卡什·鲍耶[1]讨论过这个问题。几年后，鲍耶认为自己证明了平行线的存在（由此衍生出欧几里得公设），并将成果写成《论平行》后出版（1804年）。然而，高斯迅速地指出了他在论证过程中犯的一个错误。尽管他的朋友试图证明第五公设却宣告失败，高斯仍坚信这个障碍是可以跨越的。可渐渐地，似乎从1813年开始，高斯的心里萌生了一个想法——一个不同于欧氏几何的几何学。在给密友的信件中，高斯提到了这个想法，例如他在1817年写给天文学家海因里希·奥伯斯[2]的信，“我越来越相信，我们的几何”，即欧氏几何的“必然性是无法证明的，至少人的头脑和理性办不到。或许在另一种生活里，我们才能获取空间本质的其他概念，但目前我们无法企及”。另一种生活？那等待中的我们该下什么结论呢？

《卡拉马佐夫兄弟》中伊万对阿辽沙说的话又一次在耳边回响：“我老老实实承认，我没有解决这类问题的能力。我的头脑是欧几里得式的、世俗的头脑，因此我怎么能解决不属于这个世界的问题呢？”伊万认为，有些问题，比如上帝的存在“对生来只有三维空间概念的头脑来说，是完全不适合思考的问题”。那高斯口中的其他概念指的是什么？难道，康德使用了大量的论据，也没能证明欧氏几何的先天必然性？高斯不以为然，他认为几何学和力学一样，以经验为基础，需要按某种方式将它列举出来。只有数字的理论——算术，是完完全全的先验真理，这回，他与柯尼斯堡的哲学家达成了一致。

19世纪初，平行线问题还吸引了许多几何学的爱好者，例如法学家费迪南德·施韦卡特[3]。他认为存在两种几何学，“一种是狭义的几何学，即欧几里得几何，第二种几何学是星空几何”。第二种几何学取决于某个常数，假设这个常数无限大，它就会归于欧氏几何。这给了高斯启发。



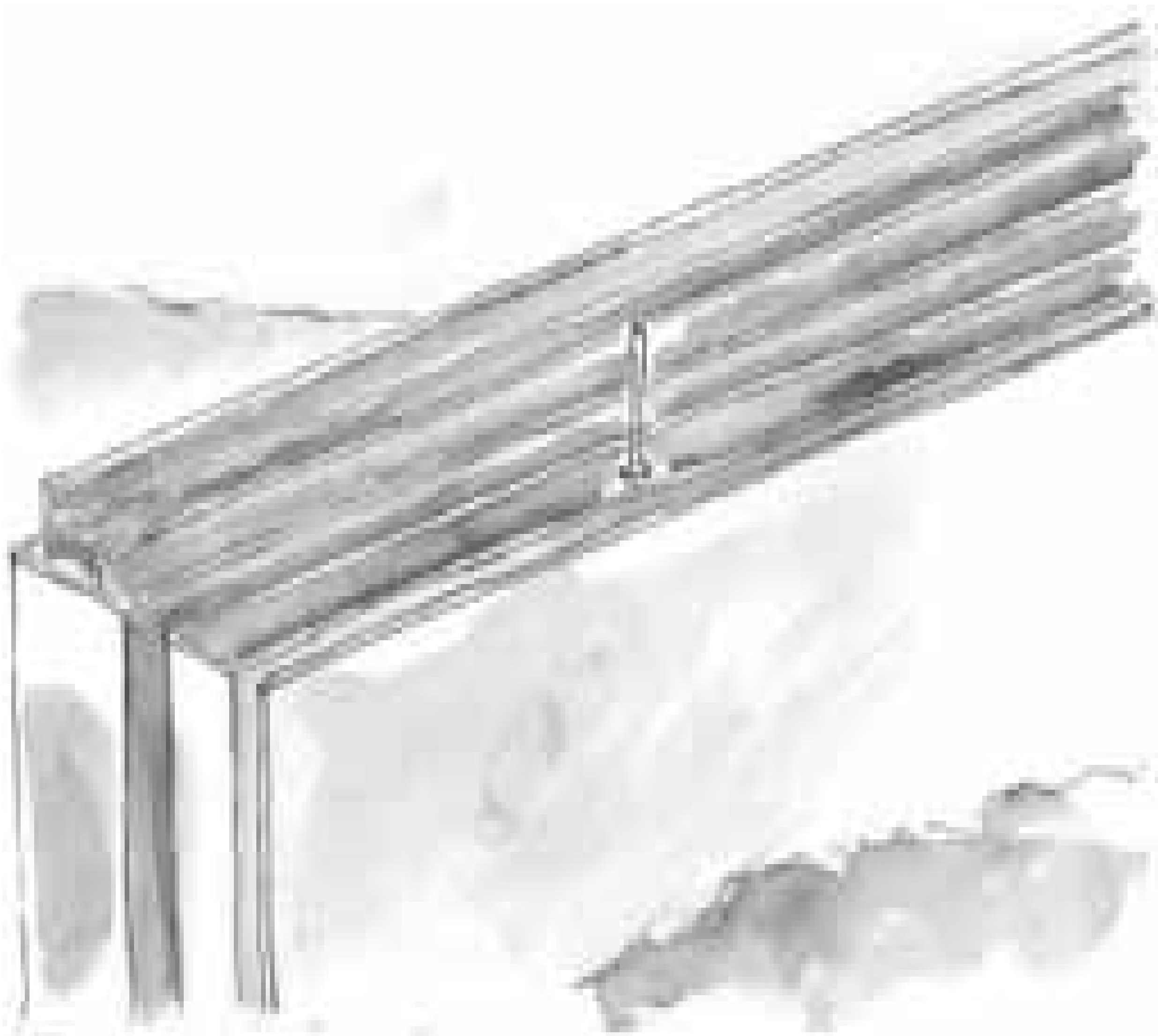
弗朗兹·陶里努斯[4]是施韦卡特的侄子，也是一名法学家。1825年，他出版了《平行线理论》。在该书中，他得到了与萨凯里、朗伯

一样的结果，确定了施韦卡特设想的神秘常数。在没有推理出矛盾的情况下，他还是认定锐角的假设不成立，因为它与“我们对空间的所有直觉”都相互矛盾。第二年，他出版了《基础几何原理》，书中的附录记载了分析锐角假设的发展历程，包括朗伯把球面三角形面积公式中的R替换为$r\sqrt{-1}$。

“三十多年来，我一直在思索这个问题，”高斯在写给陶里努斯的信中说，“我不相信，关于这个问题，还有人会比我思考得更多。”尽管他没有发表任何相关著作。高斯接着说：“三角形内角之和小于180°的假设推导出了一个几何学，它与我们的几何截然不同，但在逻辑上完全相容。”“在外行人眼里，它的定理可能看起来自相矛盾、不合逻辑，可只要沉下心来认真思考，就会发现它所包含的一切没什么不可能。”他曾试图在其中找到矛盾之处，但他所有的尝试“全部宣告失败”。

至于施韦卡特引入的常数，确实是它的值越大，新几何就越接近欧氏几何，直至常数无限大的时候，新几何就会与欧氏几何完全一致。在空间里存在这么一个常数——“一个我们不知道但确切存在的部分”，承认这点无疑违背了我们的理性。“但是，我觉得，”高斯总结说，“如果我们撇开形而上学的字面智慧，清空它的一切含义，我们对空间本质的了解，就算不是一无所知，也是少之又少。”高斯对自己关于空间本质的变革性观点秘而不宣，并请求那些曾经听他提过这些观点的朋友保守秘密。如果说高斯这么做不是因为害怕沦为“形而上学者们”的笑柄，那就是为了防止耳边充斥着“马蜂的嗡嗡声”和“愚人们的喧闹声”，也就是那些嘁嘁喳喳的议论声，同时也是为了避免公开的论战。

当高斯对研究成果缄口不言时，他的老同学法卡什·鲍耶正独自在几何学的新领域进行越发深入的探索。虽然他的第一次尝试失败了，但他从未停止研究。他在1819年给朋友的信中写道：平行公设“是一座从未停止吸引我的迷宫”。



信中，他叙述自己那些几近固执的尝试，言辞间充满沮丧，就像一个海难幸存者面对无法跨域的英吉利海峡，“它就处在这样一幅景象中：我乘着船，在海岸的礁石和可怕的坟墓之中穿行，当我回来的时候，却总是手中抓着残破的木头，身边是破碎的船帆”。

那个“迷宫”后来也吸引了他的儿子——亚诺什[5]。亚诺什和父亲一样，最开始也决心要证明具有争议的第五公设。“你不应该接触平行公设。这条路，我再熟悉不过了。”父亲告诫儿子，“看在上帝的面上，我求你了，放弃这个论题吧，它就像肉欲，会夺去你所有时间、健康、平静和生活的欢愉。”总之——法卡什劝告儿子——远离女人，也远离平行线吧！“就跟思索化圆为方，寻找点金石、炼金术，还有寻宝一

样，它是一种真正的病，是一种狂热、一种暴虐的想法。”尽管父亲试图劝阻，悲伤地呼唤他，让他不要妄图“穿越那片恐怖的死海”，不要进入“这片吞噬了我人生所有光明和快乐的无尽黑夜”，年轻的亚诺什还是无视了父亲的建议，坚持不懈地开始了他的研究。近期一些有关亚诺什生平事件的精神分析解读显示，或许，骄傲的亚诺什以对抗父亲为豪。

然而，和高斯一样，亚诺什也渐渐改变了观点。1823年，在发现了一些非欧几何的重要公式之后，他兴奋地给父亲写信：“我发现了一些如此美妙的东西，我几乎为之着迷。如果这些东西消失了，将是永久的遗憾。”高斯在1831年给一个朋友写的信中几乎说了一样的话（“我不希望这一切随着我一起消失”）。高斯告诉朋友，他已经开始撰写“我在这个论题上的思索，其中的一些思考可以追溯到四十年前”。而在此之前，他没有写过任何相关的论著。

在青年亚诺什·鲍耶兴奋地沉浸在创造中时，宿命时刻降临了，数学创造上的高光瞬间出现了。他写信给父亲：“我只能告诉你：我从虚无中创造了一个新的宇宙。”这是一项影响了数个世纪的发明。百年之后，英国物理学家约瑟夫·约翰·汤姆孙[6]半严肃半诙谐地评价说：“我们有爱因斯坦宇宙、德西特宇宙、爆炸的宇宙、收缩的宇宙、震动的宇宙和神秘的宇宙。”更不必说库尔特·哥德尔[7]在1949年建立的宇宙模型，这个宇宙不仅满足爱因斯坦的等式，在理论上甚至允许时间旅行。“事实上，”汤姆孙总结说，“一个纯粹的数学家写下一个等式，就能创造一个宇宙。如果他是个人主义者，还可以创造一个属于他自己的宇宙。”其实亚诺什·鲍耶就是这么做的。

面对儿子创造的“新宇宙”，法卡什坚信不疑：亚诺什“是一个与众不同的数学家，一个真正的天才”，并劝儿子将这个发现公之于众，“因为想法会从一个人身上轻易转移到另一个人身上”，而且“科学竞争只是一场激烈的战争”，“能赢的时候，就要去赢，因为利益只属于第一个人”。但是，直到1832年，亚诺什宣告的这个独立于欧几里得平行公设的宇宙才问世，并且不是独立出版，而是作为父亲的著作——《一位认真钻研数学基本原理的好学青年》的附录发表，题为《空间的绝对科学》。在证明欧几里得公设的问题上，法卡什执着地进行着新的尝试，他突然灵光一现：“对几何的全面研究从对时空的分析开始。”因

此，他接着预言说：“宇宙的时间和空间，这对永恒的兄弟，为了让它们能够相互帮助，要让它们紧紧连接在一起，而不是强行分开它们。”

1902年，爱因斯坦和几位朋友创建了奥林匹亚学院。在这个学院里，似乎无人知晓法卡什的论著，否则，青年爱因斯坦在1905年（发表了划时代的狭义相对论）的时候，做的就只能是祝贺有先见之明的老鲍耶了。1908年，在有关狭义相对论的一场著名座谈会上，赫尔曼·闵可夫斯基[8]改述了老鲍耶的预言，说：“从今以后，空间本身和时间本身注定会消失成纯粹的阴影，只有两者达成某种结合才能保持一个独立的实相，只有两者联结在一起才能维护一个独立的实相。”1919年12月12日的皇家学会会议上，日食的观测数据使“变革性的改变”成为必然，正如与会者爱丁顿所说：“相对论的观点就是，在自然界，时空的结合至关重要；观察者不应将时间与空间区分开来。”

如果说法卡什的直觉具有先见性，那么他儿子的“空间的绝对科学”具备的则是变革性。亚诺什口中的“绝对”几何是什么呢？亚诺什解释说，假如Σ是以平行公设为基础的几何系统，S是以与平行公设相矛盾的命题为基础所建立的几何系统，那么一切未被明确表述包括在系统Σ或S之内的都是绝对的。换句话说就是，无论几何系统Σ还是S，它们都是对的。亚诺什从研究平行线的定义以及它们独立于第五公设的特性出发，发展出了绝对几何。之后，他研究了半径无限的圆和球体，证明了这样一个球体的球面几何与普通的平面几何相同。他还直接证明了独立于第五公设的球面几何公式，还有非平行公设下的平面几何公式。最后，带着一种挑战的心态，他还证明了在非平行公设下，也就是后来的双曲平面上，有可能实现化圆为方，用尺规作出一个与已知圆面积相等的正方形。

最终，亚诺什·鲍耶说，我们知道“要么欧几里得第五公设是正确的，要么用几何方法化圆为方是正确的，尽管至今人们还是无法确定两者之中哪一个符合实际”。他只能下结论表示“无法先验地判定现实中存在的到底是Σ还是某个S”。亚诺什决定之后再解决这个问题，后来却不了了之。但是，在高斯眼里，无法先验地判定Σ和S的真实性，恰恰“清楚地证明了康德认为空间只是我们的一种直觉形式的看法是错误的”。



法卡什·鲍耶把著作赠予老同学高斯，但高斯的回复让亚诺什十分不满。“我不能表扬你的儿子”，数学王子在写给朋友的信中说，因为“表扬他就等于表扬我自己”。高斯接着说，亚诺什所使用的方法和得出的结果，和他三十多年来的思考大部分吻合，看见老朋友的儿子“以

如此引人注目的方式"先他之前发表结果，为他免去了出版的辛劳，这真是一个"令人愉悦的惊喜"。法卡什认为这封信是"我们国家的荣誉"，可亚诺什不这么想，这当然不是他所期待看到的回复。

你们或许也会觉得，高斯的回复确实不够大方，甚至难以理解。当时，高斯在写给朋友——数学家克里斯蒂安·格宁的信中还承认亚诺什是一流的天才，亚诺什与他想法一致，并把这个想法发展得更细致完美。遗憾的是，高斯并没有借老鲍耶之口让亚诺什知道。据说高斯脾气不好，给法卡什的那封信或许可以证明这点，但他也绝不是在吹牛，在他的档案室里找到的文件及其死后被公开的信件都是证据。而亚诺什则至死都一直认为，高斯在那封信中笨拙地掩饰了想要将他的成果据为己有的企图，甚至怀疑父亲瞒着他把研究结果偷偷告知了高斯。

亚诺什在一个离家很远的军事学校长大，母亲的逝世、时刻紧绷的精神状态、对父亲的情感充满矛盾，时而认同，时而敌对，两人关系时好时坏，这一切都导致他的精神状态很不稳定。那件事对他造成了致命的打击。1833年，他因为无法履行军事上的职责被迫退休，尽管他已经拥有上尉军衔。他再也没有发表过一行有关数学的文字，但仍埋首钻研这门学科，日益孤独。在他逝世之后，人们找到了堆积如山的文件，上面写满了他的见解与想法。除了追求数学上的进步，他还创作了《万物救赎论》，尝试通过创造一种完美的语言，以收获人的幸福。在留存下来的《万物救赎论》的手稿中，可以明显看出作者当时处于精神分裂的状态。

注释：

[1]法卡什·鲍耶（Farkas Bolyai，1775—1856），匈牙利数学家，尤其以几何学研究而闻名。

[2]海因里希·奥伯斯（Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers，1758—1840），德国天文学家、医生及物理学家。

[3]费迪南德·施韦卡特（Ferdinand Karl Schweikart，1780—1857），德国法学家、业余数学家。

[4]弗朗兹·陶里努斯（Franz Adolph Taurinus，1794—1874），德国数学家。

[5]亚诺什（János Bolyai，1802—1860），匈牙利数学家，和罗巴切夫斯基同为非欧几何中双曲几何的创始人。

[6]约瑟夫·约翰·汤姆孙（Joseph John Thomson，1856—1940），英国物理学家，诺贝尔物理学奖获得主。

[7]库尔特·哥德尔（Kurt Friedrich Gödel，1906—1978），出生于奥匈帝国的数学家、逻辑学家和哲学家，维也纳学派（维也纳小组）的成员。他是20世纪最伟大的逻辑学家之一。

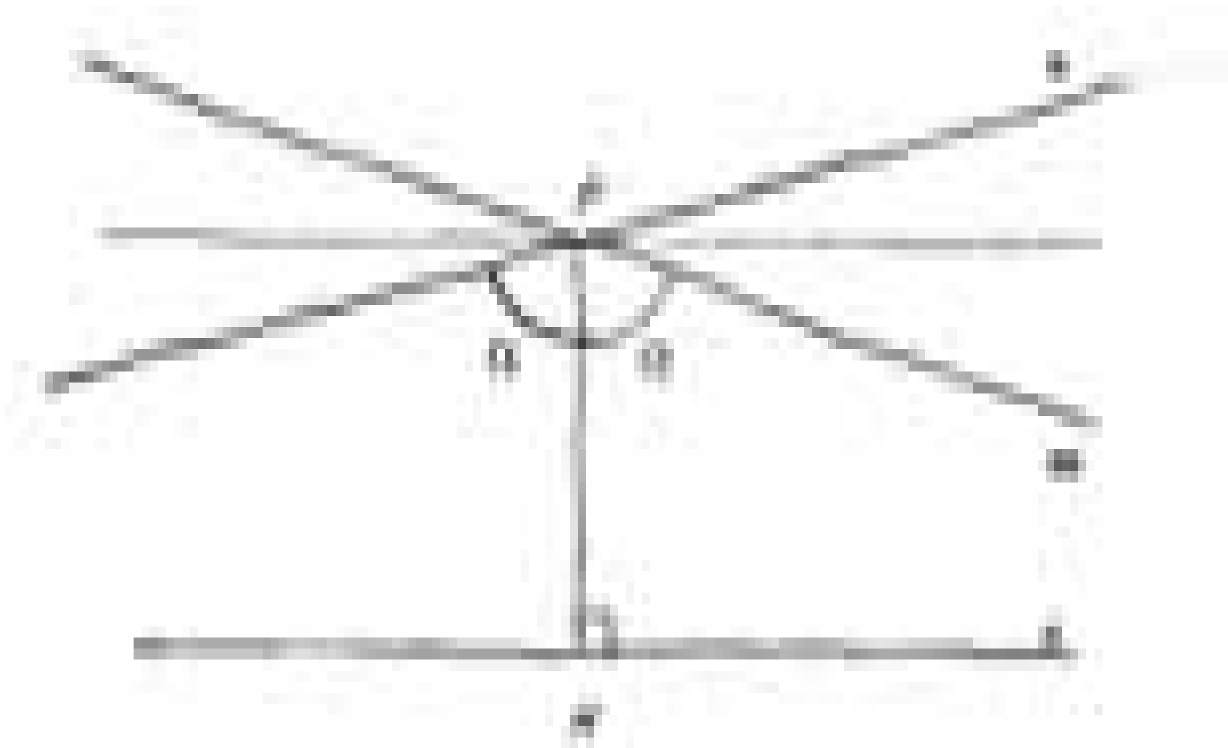
[8]赫尔曼·闵可夫斯基（Hermann Minkowski，1864—1909），德国数学家，犹太人，四维时空理论的创立者，曾经是著名物理学家爱因斯坦的老师。

“想象”几何＞＞

老鲍耶在写给儿子的信中说，许多事物都自有其时令，会在多处同时被发现，“犹如春天随处可见的紫罗兰”。老鲍耶说得没错。他一定没想到，在一个远离哥廷根的地方，一个人早已表述了与亚诺什类似的观点，而鲍耶父子还有高斯对此一无所知。

罗巴切夫斯基[1]是喀山大学的教授。1826年，罗巴切夫斯基揭示了一个新几何世界的规则，宿命时刻来临了。他向物理数学系的同事们宣读了一篇论文《几何学原理摘要》，可那些数学教授一见到标题，就判定这篇论文过于标新立异，不适合发表。罗巴切夫斯基没有因此灰心丧气，而是将《几何学原理摘要》的内容写成文章《论几何学原理》，于1829年发表在《喀山学报》上，得到了广泛关注。可俄罗斯数学界的学者们与喀山大学教授们的态度并无二致。彼得堡科学院在审评之后，认为这篇论文“大部分难以理解”，根本不值得科学院注意，因此拒绝收录这篇论文。

在当时的一本杂志上，罗巴切夫斯基被公开指责“其虚假的新发明，言论蛮横无理，厚颜无耻”。那些匿名评论者口中的“假发明”，指的其实是罗巴切夫斯基几何学（还有鲍耶几何学）中的理论，这些理论大多与经验直觉相矛盾。比如，过一点作已知直线的两条平行线，它们是与已知直线相交和不相交（超平行线）的“限制”直线。用他的话说，就是“从一点出发的直线可能与已知直线在同一平面相交，或无论如何延长，两条直线永不相交”。两条直线n和m，沿不同方向与直线r平行。怎么可能呢？经过点P的两条不同的直线，平行于直线r？如果你们无法通过图形来构想它，不要担心，因为它在欧几里得平面上是不可能实现的。



在那个新的几何世界里，平行角，即角α起着决定性作用，而角α取决于线段PH的长度，PH为过P点垂直于直线r的线段。平行角α最大可为直角，这种情况下得到的是欧氏几何。如果这个角可变且小于直角，得到的就是罗氏几何，即1835年的一篇论文中被罗巴切夫斯基叫作“想象几何”的几何学。在罗氏几何中，三角形的面积与平角“差”［$\pi-(\alpha+\beta+\gamma)$］成比，也就是之前朗伯想到的，三角形内角之和$\alpha+\beta+\gamma$与两直角，即与$\pi$的差。在罗氏几何中除了有边长大小任意而面积有限的三角形，还有其他类似的怪异现象，当时的一些数学家称其为“荒谬的几何学”。

和亚诺什·鲍耶一样，罗巴切夫斯基也认为“随着半径的增大，球面趋向极限”，也证明了这样一个半径无穷大的“极限球面”上的几何为欧氏几何，球面三角学独立于欧几里得平行公设，最终在双曲几何的非欧平面上得出了相同的球面三角学公式。在这些公式里，出现了一个神秘的常数，它是这个几何系统具有的特征之一，然而罗巴切夫斯基和鲍耶都无法解释它的性质。罗巴切夫斯基发表了一系列关于《新几何学原理》（1835—1838年）的文章，其中有一篇题为《想象几何》（1835年）的论文，这两篇论文后来都被译成法语。罗巴切夫斯基在《想象几何》中阐释的几何观点遭到了嘲讽甚至敌意，可与鲍耶不

同，这位俄罗斯数学家毫不畏惧。他用德文撰写的《平行线理论的几何研究》（1840年）引起了高斯的注意，后者支持罗巴切夫斯基成为哥廷根科学会的会员。最后，这位俄罗斯数学家在1855年发表了《泛几何学》，该著作于次年被译成法语。

究竟什么才是真正的空间几何？看着几何学家们“枉费工夫”，罗巴切夫斯基曾想：真正的几何原理可以“用和其他物理定律类似的方式，只以经验为准”。尤其是由地球、太阳、天狼星组成的天文三角的内角大小，使他确信其内角和与π的差距可归因于工具的测量误差，可以忽略不计。因此，他在《想象几何》中写道：“一个三角形的内角和小于两直角和，只能运用在数学分析中，因为直接的测量结果显示，它们一点也没有偏离两直角和。”若如试验结果所示，“真正”的空间几何是欧氏几何，而两位具有变革精神的年轻人所大胆构建的几何学在人们坚信不疑的欧氏几何中塌陷崩溃，那他们富于幻想的理论研究有什么意义呢？

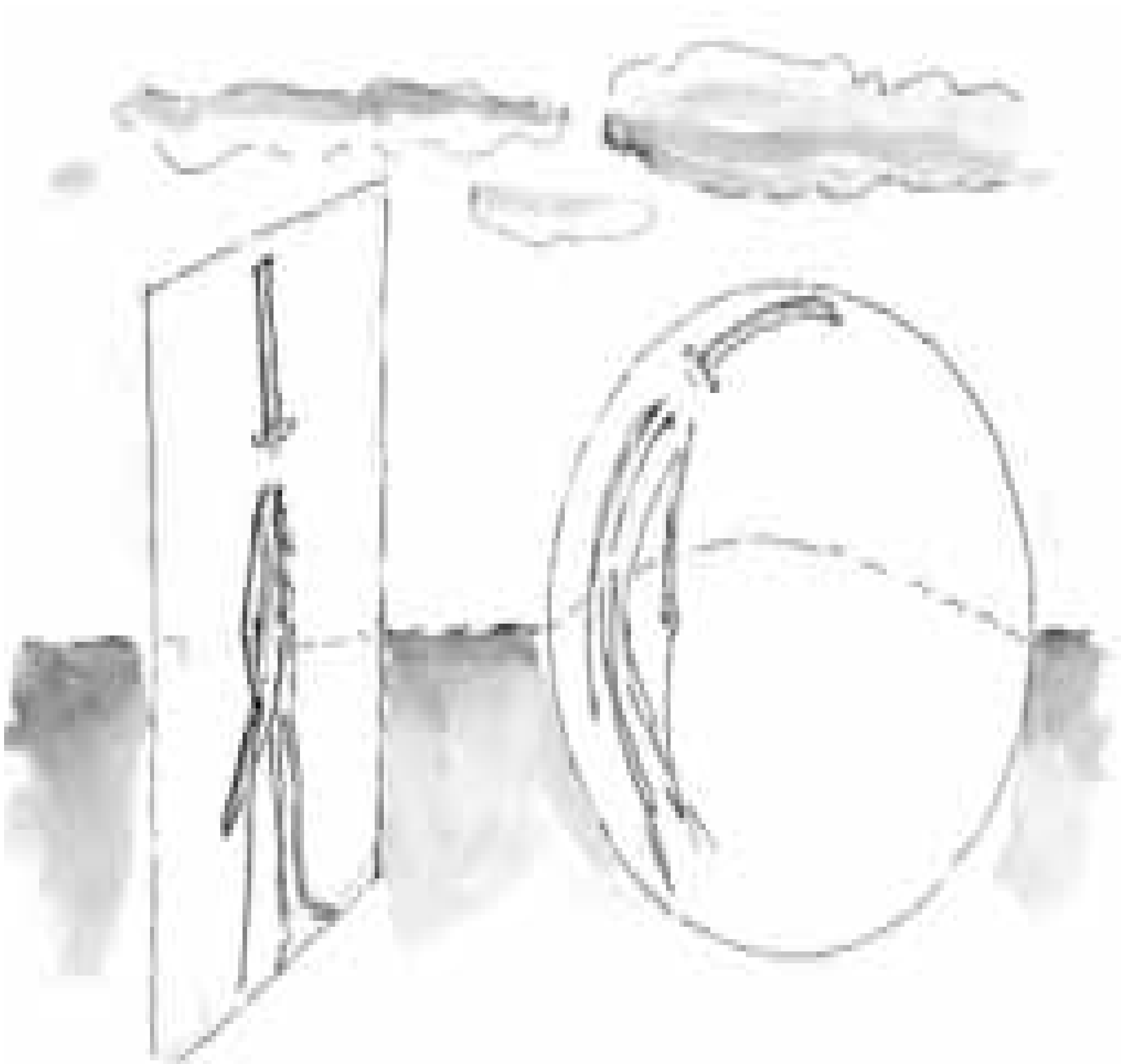
注释：

[1]罗巴切夫斯基（1792—1856），俄罗斯数学家，非欧几何的早期发现人之一。

弯曲空间＞＞

高斯是唯一一个赞同罗巴切夫斯基观点的人。而且，几年前，他测量了一个由布罗肯峰（Brocken）、霍赫海根山（Hohehagen）和英色伯格山（Inselberg）三座山峰构成的三角形，得到的结果与罗巴切夫斯基的相近。1828年，在一篇划时代的论文结尾，他发表了这个结果，并评论说那个三角形（以及地表所能测量到的所有三角形）的内角和与π的差距“都可以忽略不计”。总之，没有经验证据可以证实他关于一种可能存在的非欧几何的猜想，也就是施韦卡特所说的“星空”几何。无论如何，他的《关于曲面的一般研究》注定是几何学史上的一个转折点，尤其是在面的概念上。

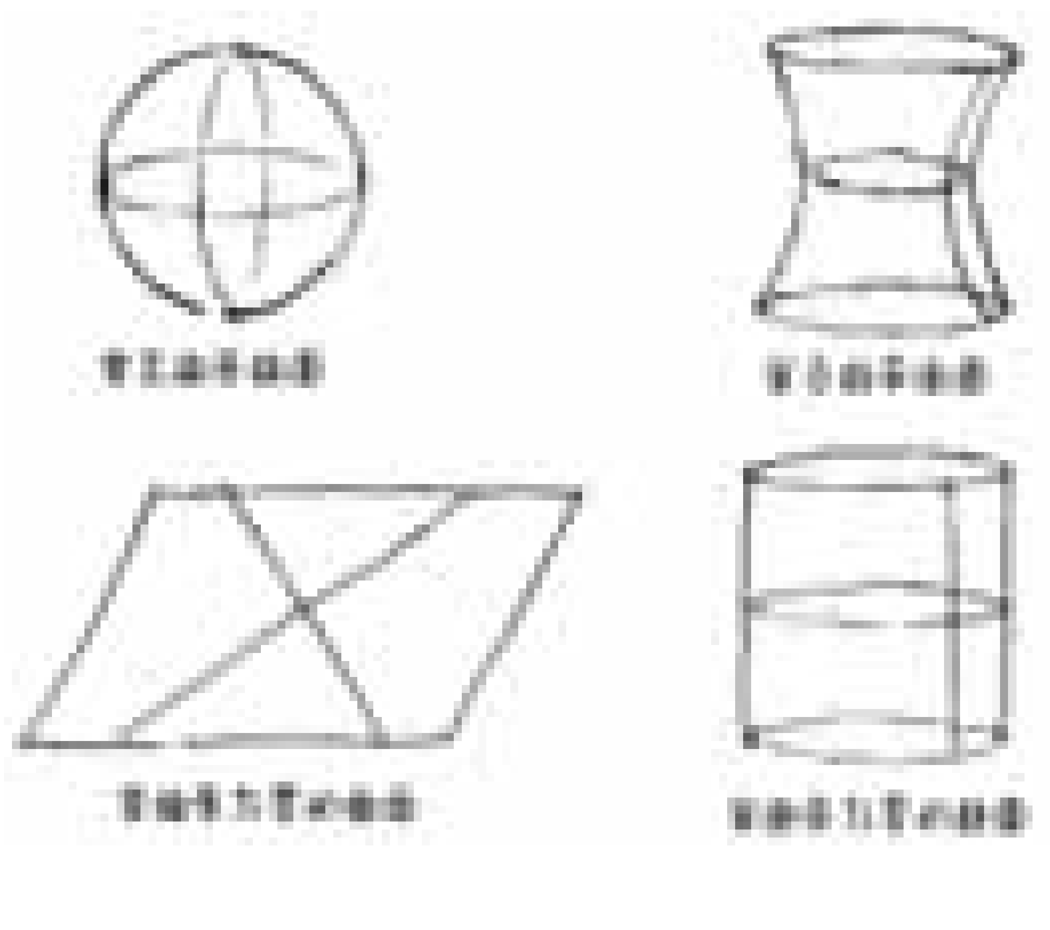
当你们想到面的时候，脑海中自然而然跃入的想法就是那个包围着物体的东西：一张桌子的面、一个球的面、一个花瓶的面、你们电脑屏幕的面，总之就是任何一个处在空间里的实体的面。欧几里得曾说：“面是固体的边界。”高斯的“新观点”则是把面看作厚度无限小的实体。你们想象一条极其单薄的纱巾，“柔顺但没有延展性”，可变形，也没有裂缝、牵拉和褶皱。你们会说：就这样？或许，你们觉得这只是一个很小的改变，实际上却是巨大的一步。迈出了这一步，高斯才能够运用强大的工具——微积分，去研究与形态变化无关的面的性质。



面上的一条无穷小的弧线，从其长度的表达式，高斯得出了面上的测地线的表达式，就是两点之间距离最短的线长公式。在球面上，经过两点的大圆弧，长度最短。这就是为什么一架从米兰飞往旧金山的飞机会经过格陵兰岛了。而在平面上，就是两点之间，直线最短。我们又回到了一开始讨论的直线的定义。我们可以说，曲面上的测地线等同于平面上的直线。

球面和平面有什么区别呢？你们又会问：这是什么问题呀！区别很明显啊，一个是弯曲的，另一个是平的。那一个圆柱的面和平面呢，也是这样吗？你们或许会说是，可高斯会告诉你们事实并非如

此。为了测量面上一点P的曲率，他引入了一个新观点，接着证明这样得到的点P的总曲率k等于$k_1 \times k_2$，其中k_1和k_2是点P处的两个主曲率。曲面在点P的法线垂直于曲面的切面，过法线有无数个剖切平面，每个剖切平面与曲面相交得到一条平面曲线。（以法线为中心的众多剖切平面中，最大曲率半径c_M和最小曲率半径c_m所在的剖切平面互相垂直。）与高斯同时代的欧拉在研究剖切平面与平面曲线之后，给出了主曲率的定义。当k（P）大于、小于或等于0时，会出现三种点（山型、鞍型、抛物型）和三种曲率常数分别为正数、负数、零的面。一个半径为r的球体，其曲率为$\frac{1}{r^2}$。



一个圆柱体，两条互相垂直的曲线是（曲率为零的）母线和曲率为$\frac{1}{r}$的圆周。它们的曲率乘积为零。意外吧！圆柱的面曲率跟平面一样，都为零！锥体的情况也是如此。一个圆柱（或一个锥体）的面可以“铺成”一个没有褶皱也没有裂缝的平面，但是有些物体的面就无法铺成平面，例如一个半径为*r*的球体。高斯绝妙定理认定了这一点：“如果弯曲表面在任何其他表面上展开，则每个点的曲率测量值保持不变。”这也就是为什么从几何学的角度来看，即便是地球表面的一小部分，也无法完全忠实地显示在地图上。为了制作地图，我们在展示某些球面特性的时候不得不做出一些让步！比如麦卡托投影法，它由荷兰天文学家和地图学家麦卡托于16世纪发明，保留了角（也就是大陆的形状），而放弃了距离和面积。谷歌地图至今使用的仍是麦卡托投影法。

高斯还从这条绝妙定理中得出了一条“最优美的定理”：对于曲面上由三条测地线连接起来的三角形，其内角之和与π的差等于三角形的全曲率。全曲率，这就是在鲍耶和罗巴切夫斯基的面积公式以及非欧双曲面上的三角学公式中出现过的那个神秘常数。

在鲍耶和罗巴切夫斯基的新几何学之后，高斯的《关于曲面的一般研究》宣告了一个宿命时刻的来临，彻底革新了我们的空间观。1854年6月10日注定是深刻改变我们空间观的日子：这一天，黎曼[1]为了取得大学的讲师职位，在哥廷根大学发表了一场演讲。他是高斯的学生，性格腼腆内向，他演讲的主题（《关于几何基础的假设》）就是老师高斯为他选定的。好奇的高斯想见识一下这位天才学生在几何学上的见解，等待之后的结果没有让他失望。黎曼开讲了：“几何学预先假设了空间的概念，并假定了构建空间的基本原理。”几何对此仅给出了名称上的定义，而“这些概念和原理的本质说明是以公理的形式出现的”。定理之间的关系被一片黑暗所笼罩，然而，从欧几里得到勒让德，“无论数学家还是哲学家都无法驱除”这片黑暗。黎曼无意分析这些问题：在他看来，欧氏几何的“改良者们”之所以遭受了重重失败，

是“因为大家对于多元延伸量（包括空间量）的概念仍一无所知”。而他要做的正是向大家介绍多元延伸量。

在演讲中，黎曼将高斯关于曲面的研究成果归纳为一种新几何，一个作为几何学基础的新概念，也就是那个*n*维空间（或者，用他的话说，叫变动度）。例如平面和曲面，就是二维变动度。关于*n*维变动度，黎曼引入了度量的概念，用来测量长度、面积、体积或*n*维变动度的体积。度量将勾股定理也归为一种变动度。他还定义了变动度的测地线和曲率。这就解释了1919年发生日食时，那些弯曲的光线究竟是什么：它们是时空中的测地线，一个具有适当度量的四维变动度！

据黎曼的观察，“当空间的建构延展到超乎量度之大时”，度量关系和延展关系之间存在本质区别。要注意区分无界和无限，“前者属于延展关系，后者属于度量关系”。那么，我们身边的空间究竟是什么？“空间是一个无界的三元流形，”黎曼说，“这是被用于理解整个外在世界的一个假设，其确切性比任何一种外在经验都强，但由此无法得到无限性。相反的是，如果它的曲率值为正，不管数值多小，物理空间必属有限。”黎曼的推论使我们隐约看见了一种新几何的诞生，即后来的椭圆几何。最后，黎曼提到了在“空间度量关系的基础”上可进行的一些探究，但他认为，如果想解决这些问题，就要进入物理学的领域，从牛顿的构想出发，“并一步步用其所无法解释的现象加以修正”。

黎曼的整场演讲高深难懂，最后那段隐晦的结论几乎成了留给后世数学家们的预言。这场演讲直到黎曼逝世之后的1868年才公开发表，其中包含的思想在20世纪初的几十年里显现出了它们的预见性。在1963年的一场会议上，诺贝尔奖获得者保罗·狄拉克[2]回忆说，在那之前，“物理学家研究的一直都是牛顿的三维平面空间”，也就是曲率为零的欧几里得空间，然后这个空间扩展为时空——狭义相对论的四维平面空间。随着广义相对论的问世，狄拉克接着说，“大自然的物理形象”变成了四维弯曲空间。正如一贯严谨的伦敦《泰晤士报》一篇文章的标题所说，爱因斯坦这位德国天才物理学家提出的理论，彻底推翻了牛顿的思想。

注释：

[1]黎曼（Georg Friedrich Bernhard Riemann，1826—1866），德国数学家，黎曼几何学创始人，复变函数论创始人之一。

[2]保罗·狄拉克（Paul Adrien Maurice Dirac，1902—1984），英国理论物理学家，量子力学的奠基者之一。

后记

数学的本质就在于它的自由

“您在学数学，对吗？”在托马斯·曼的小说《陛下》中，主人公德国王子克劳斯·海因里希在与一位年轻的美国客人聊天时，关切地询问她的学业。“数学是不是很难？学起来是不是特别费脑子？”这位少女“像个男人一样学习：学习代数和其他艰深的东西”，她的回答出乎意料：“我想不到比数学更有趣的东西。这么说吧，学数学就像是在空中嬉戏，不，甚至可以说是在空气之外嬉戏。”这本书里的故事让你们体会到数字神秘的魅力了吗？0从虚无中诞生，黄金比例ϕ于世界中无处不在，你们看到这些宿命时刻了吗？你们理解π的深奥本质了吗？可如果说数学是世界上最有趣的，这个嘛……你们之中多数人可能都不赞同斯别尔曼小姐的话，尤其是她认为数学就像一个如空气般轻盈的游戏。

默冬似乎说过这样的话，你们还记得吗？在阿里斯托芬的戏剧《鸟》中，我们曾看见默冬拿着“测量空气的工具”登场，吹嘘自己能够化圆为方。《魔山》里的律师帕拉万也希望找到化圆为方的办法。他在瑞士高山肺病疗养院里“夜以继日，苦思冥想”如何化圆为方。他“百折不挠，坚持不懈”，笃信你们在这本书里看到的失败尝试都不是真的。他“全身心地沉浸”在学习中，“感到很放松”，普鲁塔克笔下被流放的阿那克萨戈拉在狱中应该也是同样的感受。这项徒劳的研究为托马斯·曼书中“走上歧途的律师”提供了慰藉。可我们知道那个“空中游戏”并非高不可攀。诺贝尔物理学奖获得者狄拉克也说“数学家参与游戏并在游戏中创造规律”；而在物理学家参与的游戏中，“规律由大自然提供”。只是“随着时间的流逝，我们会愈加明显地察觉到，那些在数学家眼里有趣的规律，同样也是大自然的选择”。

海因里希王子在少女的笔记本里瞥见了“奇妙的象形文字”，“巫术柱”上成列的“占卜符号”和“咒语”。大自然的规律似乎隐藏在这些符号与咒语中，那些“巫术”符号也被解读为现代数学语言中的三角形和圆

形。而伽利略认为，大自然就是用数学语言写成的。复数就是个例子。一位富于幻想的数学家在16世纪的一个宿命时刻创造了复数——一种没有意义的符号，而复数就是现代量子力学中“微粒运行的场所”。

可那个想象中的“甚至在空气之外的”游戏有着无法否认的纯美。这种美，源自鲍耶、罗巴切夫斯基、高斯和黎曼这些天才在宿命时刻所创造的理论。他们革新了我们对宇宙几何的看法和时空观，直到我们在相对论中找到了表达世界的方式。狄拉克认为，相对论“在描述大自然时，展现了前所未有的数学之美”。正是它“令人惊叹的数学之美”使物理学家们接受了爱因斯坦的理论，同时也为物理学带来了美学上的深刻改变，正如那些年，毕加索《亚威农的少女》中杂乱的形体带来了绘画审美上的变革。阿尔伯特·格列兹[1]和让·梅金杰[2]在《论立体派》（1912年）中说，“如果想要比较画家的空间和某种几何学，就要看向那些非欧氏几何的科学家”，引导读者“久久地思考黎曼提出的某些定理”。如果想欣赏达利的《耶稣受难》（1954年），就要思索多维空间。他们的这番话并非出自偶然。

绘画艺术之美源于自由的创造力，数学之美亦是如此。19世纪德国数学家格奥尔格·康托尔[3]是现代数学无穷理论的创造者，他也曾说过，“数学的本质就在于它的自由”。除此之外，我们通过这本书还想传达什么呢？当远古先祖在骨头上刻痕，数字出现在他们指间，也就是当数字开始阐释世界的时候，我们看见，在数学发明的高光下闪耀的宿命时刻，在人类历史进程中划分先后的那些瞬间，自由在其中涌现。

注释：

[1]阿尔伯特·格列兹（Albert Gleizes，1881—1952），法国立体派艺术家、独立艺术家协会成员、黄金分割画派的创始人之一。他与让·梅金杰一起写下了立体派早期重要著作《论立体派》。

[2]让·梅金杰（Jean Dominique Antony Metzinger，1883—1956），法国艺术家、艺术评论家和作家。

[3]格奥尔格·康托尔（Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor，1845—1918），出生于俄国的德国数学家。



[英] 劳拉·简·威廉姆斯——著
(Laura Jane Williams)
——译
40个复杂成人世界的简单解决方案
永远做最好的自己
而不是别人的翻版
冰淇淋
当早餐也不错
Ice Cream
for Breakfast
用孩子的纯粹治愈大人的疲惫
《泰晤士报》畅销榜作家
作品已被翻译成11种语言
热销17个国家

版权信息

书名：冰淇淋当早餐也不错
作者：【英】劳拉·简·威廉姆斯
译者：胡健
出版社：湖南文艺出版社
出版时间：2020-07-01
ISBN：9787540495763

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

自序 我为什么要写这本书
1 天真不是幼稚
2 睡觉，一切始于此
3 平常的日子也需要仪式感
4 慢，下，来
5 做决定
6 生气只10秒
7 无尽的爱与坚守底线
8 原谅之类的
9 值得拥有
10 爱自己
11 怪咖，为自己的爱好而骄傲吧
12 我会告诉我的孩子，并希望他们也能告诉自己孩子的一些事
13 即兴人生
14 冒险的意义
15 你的处境没你想象的那么糟。所以亲爱的，请冷静下来
16 寻求帮助
17 相信自己
18 学会放弃
19 无法快进的害怕时刻
20 不是一切都需要其他目的
21 提问题
22 反馈，并不可怕
23 怎么舒服怎么穿
24 身体的快乐
25 “幸福”本是自然
26 触摸抚慰心灵
27 说实话
28 活在当下

29 知耻而学
30 过道上的舞者
31 梦想远大
32 责怪他人没有错
33 真心微笑
34 你很特别，其他人也不普通
35 做自己的英雄
36 伤痕是荣誉的勋章
37 事情一团糟，自己解决好
38 做不到怎么办
39 别破罐子破摔
40 善待自己
致谢

致三个小机灵鬼：

你们从不知道，

我从你们身上学到不少，

就是这不经意间的“言传身教”，

让一切更加美好。

年轻的心态源自漫长的岁月。

——巴勃罗·毕加索



自序

我为什么要写这本书

2016年春，我的写作生涯终于就要迎来梦寐以求的巅峰。10年来，我一直在努力出版自己的第一本书。为了在赚取房租的同时偷分夺秒地写上几笔，我做着毫无前途的零散工作，同时也牺牲了一切——错过了派对，拒绝了邀约，挥霍着感情，只为实现众人说得多但做得少的“出书梦”。

如今，付出得到回报，梦想最终实现。文字校对完成，书封设计完毕，精装书脊上印着我的大名。我成功了！全国各大报纸频频向我约稿，时尚杂志刊登了我的照片，大人物们不断提到我的名字。盛大的庆祝派对上，大家纷纷前来祝贺，客厅里堆满了百合，那数量比钟爱鲜花的歌手艾尔顿·约翰（Elton John）家里的还要多。这一刻，我走上了人生的巅峰。

一切似乎都是那么激动人心，但事实却是我完全透支了自己。

我患上了职业倦怠，但我对此毫无察觉。因为按字面意思，这是一种缓慢耗尽的过程。不是说人一觉醒来就发现，好像自己的“创意”打包好了行李，和“玩乐”“嬉笑”“乐趣”三个孩子“噗”的一声通通消失不见！不，倦怠很狡猾，发作得很缓慢，开始就模糊了工作应有的强度，要你更加努力、更长时间地工作，并且暗示睡眠也不是那么重要。倦怠还告诉你没有什么比得上工作和追求成功。它一点一点地清空你的“房间”，尽管从外面看来一切如旧，但家具已被搬走，窗帘也不知何故地被拉上，室内漆黑，音乐断了。一切糟糕透了。

直到医生问诊之前，我完全没有意识到自己再也无法感受四月阳光抚摸脸庞的温暖，再也不能发现事物的有趣，或者纯粹为了乐趣而去做事。我没注意到自己在不断叹气，乱发脾气，一切总要问个缘由，做事必须出于目的。要不是医生告知，我真没发现自己状态如此糟糕。

我以为，这不过是成年人应有的样子罢了。

然而医生否定地解释说，筋疲力尽、泪流满面、工作16小时——这不是成年人正常的生活。她一字一句地说，你对什么也不上心（下下段有呼应）。由于过度工作，我耗尽了体内所有的快乐荷尔蒙——血清素。如果不好好想想如何善待自己，这种非常糟糕的状态还会延续。不过，真正讽刺的是，就在我们说话的时候，我瞟到一本以我作为专题人物的月刊杂志，上面夸赞我面对极端生活时的“勇敢”和“大胆”。但坐在这位善良的医生对面，我却在跟她说自己无法正常地品尝食物。此刻的我既不勇敢，也不大胆。我忘记了如何快乐——如何“让自己快乐”，并且把“快乐”埋没在“身为成年人”的愚蠢观念之下。努力工作，感到不安，状态糟糕，然后继续努力工作，恶性循环。

这不是成年人应有的样子。

接下来发生的事情就有些让人摸不着头脑。我在广告网站“橡胶树”（GumTree站）上看到一则当地家庭招聘兼职保姆的广告，然后我竟然就去应聘了。我甚至不知道自己为什么要看这个保姆招聘广告。就像刚才说的，在职业倦怠的那几个月里，我没对任何事情上心。见到那些小孩后，我发现她们一点都不令人厌——实际上，她们比我聪明，而且有趣，非常懂礼貌——于是，我告诉她们的父母，我非常愿意每天早上来给三个不到11岁的女孩子准备盒装午餐。当然，我说，早上7点开始没问题！太棒了！我微笑着回答，**每小时12英镑很好！别担心，我点点头，倒三趟公交、花一个小时把每个孩子送到各自的学校？我很期待！**

于是，接下来的九个月，我的生活开启了疯狂节奏。那段时间里，我每周花25小时给别人家的孩子扎辫子、陪她们玩娃娃、逛公园，然后再跑到英国广播公司（BBC）接受电台采访，或者给杂志写专栏。然后，我再带这些孩子去上游泳或体操课。我不认为她们的家长真的理解，一个偶尔会在公交站被人认出的作家，为什么要来他们家洗碗——因为可以获得现金收入？也许吧。家长和孩子都对我很满意，所以他们也就没多问。如果真的问了，我不知道该怎么回答，我也奇怪自己为什么会这么做。我只知道待在孩子身边会……有帮助，而这一直是我所擅长的。我曾经在罗马开过儿童语言学校，也组织过大学生暑期夏令营。孩子一直都是我的天然庇护所。

当然，我不是说在你筋疲力尽、有点难过或者劳累过度的时候，也应该去找份兼职，跑到别人家里，而且时薪还低于自己正常的午餐费用。我想说的是：这份工作对我的改变真是立竿见影。自第一天放学，我照顾的三个孩子之一，那个6岁的小女孩（以下爱称为小六）把小手塞进我的掌心，说“劳拉，你可以和我玩荡高高吗？”的那一刻起，我开始回归自我。我被迫理清头绪，关注这个全新的重要职责，哪怕这与我本人，与写作、打字、编辑乃至事业没有任何关系。这么多年以来，就在那一周结束时，我第一次惊奇地发现：原来这就是玩耍?

每天我都会与这些孩子一同开怀大笑。他们搞笑又难搞，任性又固执，总向我发问，但在低落时向我倾诉。她们打架又爱着对方，摔倒又爬起，互相说着坏话，但在看电影时彼此依偎在沙发上。

孩子们活在当下。他们沉迷于所爱之物。他们爱炫耀，喜欢自己，天性好奇，百无禁忌，因为他们还没有意识到这世界上存在着什么“限制”。孩子们想做什么就做什么，纯粹发自内心。

原来，孩子就是答案。

变得孩子一般童真，但非幼稚，让我再次感到满足。现在我终于明白了生活的真谛。孩子拯救了我，童真拯救了我。

这本书里讲的是家住伦敦北部的三个女孩子，无意间教给我的那些孩子式的问题处理方法，而我用这些方法解决了自己成年人的问题（其中大部分都是自己自找的麻烦），也找回了生而为人的喜悦。同时，本书还会讲到选择的乐趣。有时，在生活中“犯傻”并不只是孩子的特权，也是成年人的权利。要么“玩”，要么“死”。太过黯然的日子根本不叫生活。

这本书旨在让你了解成年人世界的规则，并在其中找到属于自己的快乐和刺激。问问自己“应该”做什么，然后选择能让自己更快乐的做法。我们不可能每天都拿冰淇淋当早餐，但在早餐时真的吃冰淇淋确实显得欢乐大胆，自由洒脱。

此外，书里还包含从孩子那里得出的40条人生经验（我发誓，这些经验并没有那么孩子气……），你可以从头到尾通读，或者根据需

要选读。本书不按特定思路写作。难道你真的以为那些小机灵鬼会以某种线性方式来教我？如果真是这样，那才是见鬼了。她们的“言传身教”非常混乱，我到现在也没缓过神来。不过，混乱并不一定是坏事。这一点她们已经向我展示过了。孩子们向我展示了一切。

书里还有一些关于好奇和玩乐、活在当下、减少烦恼的内容以及人真正的价值所在。我将展示孩子们是如何重新教会成年人用自己的想象和创造找回乐趣。做回真正的自己，让自己快乐。

找回你心中的那个小孩。



1 天真不是幼稚

好的，在开始之前，我需要说明一下：我无法忍受成年人的“娃娃音”，装萌扮蠢，或者为了逃避而装聋作哑。这既不聪明，对别人也不公平友好。孩子和大人都会幼稚，但孩子的幼稚属于梦幻般的童真。这两者天差地别。

作为这个世界的新手，孩子们既不倦怠，也无戒备，没有被社会和各种期望磨去棱角。在孩子眼中，山很高，海很阔，世间万物既是问题也是答案，并无界限。他们惊叹，他们好奇，他们因不知道自己“理应”怎样而无拘无束。他们奔跑，自由自在，畅所欲言，积极对待一切。

童真体现了孩子的可爱。但乱发脾气、以自我为中心、一天到晚没个正经，这些成年人的幼稚行为则往往不讨人喜欢（除非上电视真人秀，幼稚能创造收视率）。已为成年男女却依然幼稚而不成熟，这毫无魅力可言。

所以，我们得弄清两者的区别。

幼稚？是垃圾。

童真？是“皮一下很开心”，肆无忌惮，赤子热诚。

童真万岁！

让我们孩子气一点，但也不忘记要去做一个有能力、负责任的成年人。

好吗？

好的。

睡一觉

（基本）

解千愁



2 睡觉，一切始于此

在如今的生活中，总有喝不完的酒在等着你；网飞（Netflix）上的美剧必须马上观看，不然参与不了推特（Twitter）上的话题讨论；电子邮件也得第一时间回复，毕竟手机刚好“就在那里”。于是，睡眠成了一种奢侈。

我们不得不接受这样一个现实：**被我们第一时间抛弃的，正是保证生活正常运转且人最需要的睡眠。**

然而，你能想象对一个5岁的孩子说这些吗？在他们“挣得”睡觉“权利”之前，先给他们列出一个必须完成的任务？比如说：“好吧，我知道你哭是因为我把三明治切成长方形而不是三角形。不过是你太累了，脑子没法转过弯来。睡觉前先拿出点男子汉的样子，振作起来。等你见上帝了就可以好好睡大觉了（或许本句可以删去）……”

照顾孩子的第一准则：拿孩子不知道怎么办时，就让他睡觉。把一切难题统统睡掉！生气？睡一觉。生病？睡一觉。醒了还是觉得有点累？那就再睡一会儿。听起来是不是有点无聊？这就对了。休息本来就不是值得兴奋的事，也不应该兴奋。总之，重点就是：停下来休息一分钟！！！

好吧，其实得休息很多分钟，换算成8小时的那种。就我个人来说，谨慎估计的话得要9小时。不过，状态不好、赶稿或情绪失控时，我也无法正常睡觉。这时，我最好的闺密总是温（yao）柔（qiu）地（zhi）问（dao）：“宝贝，你昨晚睡了多久？”而双眼蒙眬的我几乎总是透过肿胀的喉咙回答道：“没睡好。”其实，谷歌一下就会发现，世界上大约有一半人都觉得自己睡眠时间不足。

睡眠是世上最好的灵药，让人更有趣、更聪明、更友善、更漂亮。检查昨晚是否睡好的最快方法就是记下自己醒来后的第一个想法。如果闹钟响后，你的第一反应是“该死，我完了”，接着按下“贪睡”键后强行做梦：自己在某个温暖的地方登上飞机，一飞永远不返，再见啦，地上的人们！如果情况真是如此，请本周余下几天都提早一

个小时上床睡觉。如果哪天你能轻松早于闹钟5分钟醒来，那么你一醒来肯定不是想着“完蛋了”，而那天也就是你改变自己的开始。

每个人都不应该在“啊啊啊，完蛋了。怎么又是这样？！”的抱怨中开启自己的新的一天。

（真的睡饱了？真是太好了，宝贝。我真为你骄傲。告诉我们你是怎么做到的。）

大部分孩子睡醒后不会真的从床上跳下来（抱歉，我不是说你也会这样）。精力恢复的孩子们会为一天接下来各种安排而兴奋不已。作为成年人的我们也应该多保持这种心态。借助长睡和小盹，去感受“哈！今天一切皆有可能”。休息好，精力才充沛；精力充沛，才可以掌控自己的世界。

说到晚上入睡，所有让你觉得舒服的方法都试一试，好吗？真的有用！毛绒睡衣？抱枕？热毛毯或者香香的薰衣草麦穗枕？哦哦哦，或许还可以喷点好闻的枕头喷雾，让自己深呼吸，更平静地进入睡眠！总之，尽最大努力，让睡眠成为一件乐事。

赋予睡觉仪式感。你值得享有必要的休息。让我们打破这个流传太久的谎言，别再说睡眠是一种奢侈。睡觉是你的“权利”。请行使你的权利。



3 平常的日子也需要仪式感

我们说到了赋予睡眠仪式感。其实，日常琐事都应具有某种仪式感。

在我照顾三个小女孩的那段时间里，我们把写作业叫作参加“热巧克力作业俱乐部”。当然，这是因为我们把来杯热巧克力作为辛苦写作业的奖励。

后来，我们把在餐厅柜台为自己点餐定为“天酬勇士节”。这个节日源自小六第一次勇敢地给自己点餐，当时颇受感动的咖啡师还免费送给她一个羊角面包。此后，每当我们需要鼓起勇气就提醒自己，只要勇敢起来，美好的事情就有可能降临。

我所谓的“贫民午餐”——冰箱里有什么，就做什么——变成了孩子们的“趣味午餐”。无论是法兰克福香肠配鹰嘴豆泥，或是薯片配酸黄瓜酱，再搭配布丁做甜点，她们都吃得不亦乐乎。经朋友布里奥妮介绍，我才知道这种用碗橱里所有食材做出来的大杂烩叫作“牛仔早餐”。我喜欢这种食物被一扫而光的感觉。

之后，我开始在保姆生活之外的“其他”事情上注重仪式感，比如给事物取名字。成年的我们（我）陷入日复一日的生活，以至于连一杯香浓的咖啡或热牛奶都忘了去享用，甚至还鄙视地认为这是浪费时间和精力。因为我们（我）认为有更“重要”的事情要做。

我们一边在办公桌上吃饭，一边做着明天汇报的笔记，下班去喝啤酒也只是乱灌几杯，毫无品味而言，因为我们需要冲回家（________________________）（请在括号中写明理由）。

几乎所有人都有过年末放假慢下来就感冒了的经历。当然圣诞节确实是一个压力来源，毕竟要做的准备实在太多。但真正的原因是，整整一年下来，大家的身体第一次得到了放松。

我们忙于生存，却忘了怎么生活。

但对孩子而言，没有什么比把餐盘里的土豆泥和烤肠摆成两个眼睛、一张笑脸更重要的了。如果他们真的要吃，也会把食物做成艺术品。在孩子眼中，一切皆是艺术。

只要孩子们坐上去奶奶家的车，他们就开始滔滔不绝地跟你一路叨唠要做这个玩那个，非常详细地计划花费在每项活动上的时间和精力，而且还为你不像他们那么为“在花园里玩耍”兴奋而感到困惑。

事实上，我们不都一直鼓励这种期待感吗？在善良的女理发师给他们剪头发时，仔细介绍哪些书籍他们可以阅读，或者让他们决定要看什么书；如果看牙医时表现得好，回家后就可以看一整个小时的电视。一切都可具有仪式感，为孩子创造仪式感对我们成年人而言也是一种乐趣，我们也该为自己创造仪式感。

当一切都具有仪式感时，普通就会变得非比寻常。

那时候，每一刻都有了意义。

这就是乐趣!

生活的唯一意义就在于我们赋予其意义。我们认为这一刻特殊，那么这一刻就是独一无二。

让我们欢度每一天。让周一成为“面包店自由日”，让周三下午4点成为给可爱的人准备的“性感短信时间”——让难熬的周三不再那么“难耐”（懂了吗？！“难耐”？你不懂？好吧，忘了我说的话）。让我猜猜你更喜欢这两天中的哪一天。说实话，很可能是“面包店自由日”，毕竟短信可不比美味甜点，不过它们都能给你带来一段快乐时光。

让每一天、每一周、每个月都值得期待，值得奖励。每月第一天？好的，晚餐吃煎饼！大型家庭活动的前一晚？很棒，来场沐浴仪式！当然，你不一定非得取个傻傻的名字，但给仪式取名真的会让你更加享受其中。

就像孩子那样，让自己感觉每件事都对自己非常重要。哪怕只是“鱼饼星期五”或“棋盘游戏幸运夜”。找个借口搞庆祝。编个理由去派对。让每时每刻都变得有意义。无论是复活节的餐巾，还是情人节的

玫瑰，只要是“出于某个原因”，买几个纸杯蛋糕也可以。最重要的是：慢下来，好好享受一切。你停下来，地球也不会因你而停转。

在人生最黑暗的时刻，你会有种错觉，觉得自己才是地球转动的原因。但我可以200%地向你保证（因为我也曾有过这种感觉），即使你脑子坏掉了，地球也照转不误。

真相就是，甚至也许你人没了，世界都不会注意到。



4 慢，下，来

塔比莎小朋友毫不在意公交发车时间，也不知道如果想边吃晚饭边看电视剧《加冕街》（*Coronation Street*），那就得在下午6点之前做好鸡肉。她想的只是去摸摸拴在商店外的狗狗，然后趁着没人，再荡5分钟秋千，最后给你展示一个酷酷的玩意：快看这儿！有只鸽子在吃死松鼠！

猜猜有多少人死于欢度这些慢，下，来的零碎时间？没有人。

（不过，我向松鼠表示哀悼。）

在TED演讲《这一年，我对所有事情都说“行”》中，好莱坞著名编剧珊达·莱姆斯谈到她从孩子那里学到的经验：停下工作去玩耍并不会“损失”太多宝贵时间。因为所谓的“忙碌”和“自身关键性”，莱姆斯曾经拒绝孩子的游戏邀请，但最主要因素还是她自己的压力。但在对孩子任何要求都说“行”的那一年，她别无选择，只能跪下来、腾出手与孩子一起拼装玩具火车，玩玩偶或来一次“疯帽匠茶会”过家家。事实证明，在她参与其中后，孩子们只需要她保持专注不超过15分钟。

这15分钟迫使莱姆斯放慢速度，沉浸于这些间隙时刻，而这一刻钟的玩乐缓解了压力，使她回到工作后更为专注。

我曾经自我告诫，没有停下来的工夫，去花15分钟时间做一些无聊或临时起意的事情。但是，我在公园等孩子的时候却会不由自主地翻看以前同学的脸书（Facebook）状态。事实上，我不喜欢那些人，也不知道自己为何会关注他们。平时我把时间浪费在刷脸书或看短视频上，但当我陪着孩子去游乐场，我会把手机放进包里，有意识地让自己保持百分百专注，不做三心二意的保姆。那一刻，我开始意识到那15分钟原来那么重要。

要是我们花15分钟用心为自己做一件事会怎么样呢？

在家里、单位或通勤途中挤出15分钟，让自己慢，下，来。比如，想办法每天固定时间在办公桌周围或街区附近散步。

一边刷着爱不释手的App，一边沉思。

给高中朋友发个电子邮件。

做点心。

放空15分钟。只要态度正确，放空也有意义。

我们已然忘记无聊是什么感觉。略感无聊难道就这么可怕？这是因为我们总能听到自己的心声，所以哪怕只是静静地坐着，一些负面情绪也会强行涌上心头。不过，这并不意味着我们不应该这么做。事实上，我个人更觉得我们更应该倾听自我。只要我们对黑暗发出一点光，黑暗就不那么可怕。

我照顾的一个小女孩有天上学时恰好带了踏板车，于是我临时决定让她“迟到”15分钟，因为我们想到老街的地下坡道会是体验速度的好地方。这个决定成就了她最快乐的一天。来吧！我们跑上跑下，风吹过头发，染红脸颊。我想，那天她拼写测试10个词全对也许就是得益于此。正是自己这种“管他呢”的态度，让我有勇气去邀约朋友的朋友。那天早上，生活变得如此美好。如果万事都要照顾到，只会一事无成。

15分钟。仅此而已。好好享受它——因为没有人能把时间施舍给你。

值得为之停留的片刻

躺在床上听雨/用土豆制作薯片/沉思/亲吻/冰淇淋圣代/漫漫的回家之路/小狗/日落/给想要留念的事物拍照/一首诗读两次，因为第一次根本读不懂/英式早餐茶/热巧克力/咖啡里加点白兰地/好吧，冷天里的任意一杯热饮/听完整张专辑/告诉她“你真是机灵”/看书/打电话给妈妈/微笑着了解事情的原因/看风景/他的短信/一句“谢谢”/需要你的人/你需要的人/云雨之欢/看叶子变色，知季节更迭/美食的第一口/看一只松鼠，造一个句子/思考令自己害怕的事物，让自己不再畏惧/收发一封纸质信件

我想慢，下，来，只为：

1.________________

2.________________

3.________________

4.________________

5.________________

做出选择

（选择引导行动）



5 做决定

孩子做决定完全是基于原始直觉和本能，通常在那个决定时刻，要做真实的自我——有点像喝醉了一样。

孩子不会写出利弊列表，权衡所有案例依据，也不会给最好的朋友打电话求助。

做出决定时，孩子允许自己去追求梦想（人有自由，想你所要！你清楚了没？这就是启示），然后他们说出自己所想，接着也就得到了。

“你烤了贝果饼，我不喜欢烤的，有种烧焦的味道，”我照顾的三个孩子中那个9岁的孩子（以下爱称她为小九）告诉我，“如果可以的话，我想再来一个不是烤的，谢谢。”

“劳拉，你在公交上对着手机唱歌，真的尴尬。”小六平静地跟我说，“但这些歌词很有趣。你能只念歌词吗？”

“劳拉，我朋友过来的时候，你可以让我们去我的房间，并且不打扰我们吗？不然真的一点都不酷。”年纪最大的姐姐（11岁，后文爱称小十一）说道。

这是一种惊人的连锁效应：你因心里所想，而说出自己所要，其他人也明白该如何应对你的这种诉求。听到孩子们的建议，我知道要用烤面包机低档加热贝果饼，不再大声唱歌（对此，我并不全盘接受，因为我这只知更鸟不会保持沉默），以及如何成为她朋友面前的“酷保姆”，而不是“令人尴尬的怪阿姨”。孩子们每天传授我直白说话和做出决定的宝贵经验。我知道如何最好地照顾孩子，这是因为她们让我学会如何照顾，这种感觉真是太棒了！

总之，我的意思是，粗鲁和诚实之间显然存在差异。我不会认为这些小女孩的直接是一种冒犯，反而我很感激她们让我知道她们需要什么。

如果我说出自己所想会怎么样呢？我开始好奇如果我允许自己追求心中所想会发生什么？

我发现，人们通常最害怕坦承自己心中所想。我也怯于承认自己确有需要，成熟的成年人都很难承认自己内心的渴望。好吧，我很难承认的内心渴望有：

·肢体安慰

·口头安慰

·空间

·腾出该死的一分钟整理思绪

·没有酒精的夜晚

·别人给予的工作反馈

·不用总去接纳他人

·（别人任何形式的）帮助

·更多时间

·更多睡眠

·更多钞票

·事实上，我要就此打住。我哪来的资格去提更多要求？

此外，我也很害怕说出这些我想要的：

·别人的陪伴（不用出于我本人的什么特殊原因）

·别人的小恩小惠

·感情

·独处时间

·不想承担别人的负担

·支持

·请退回我20英镑

·赞美

·宽恕

·一个解释

·谈论自己的权利

·把垃圾箱拿到屋外

我慢慢意识到，如果有人在咖啡馆问我想要喝什么，与其支支吾吾地说要一杯去咖啡因的美式咖啡，我直接说一句奶油星冰乐就行了，不用在意别人会作何感想。

当经纪人、编辑、会计……或者我爸要我立马做某件事时，我可以回答我真的很忙。

如果情人想要在床上尝试“新花样”，我不必假装享受，或者苦恼于如何温柔地给他“鼓励性反馈”。我可以简单地说：“宝贝。请把奶油拿走。我真不觉得好玩。”

其实，在“自我”介入、分析各种自己合理与不合理需求之前，直觉已经告诉我们自己想要什么了。对我而言，保姆工作帮助我牢记这个关键点。以往我总是优先考虑为所有人做所有事，但努力过后的失败让人崩溃，最后我只有选择对有些人有些事“不放心上”。好吧，你知道的，我们的“自我”有时会派上大用场。倘若我们是因为“生命只有一次”，便在73路公交车上随意搭讪某位漂亮姑娘，或者只要感觉来了就马上放屁，那么这个世界将充满侵犯和恶臭。当然，对那些开着宝马，在高速公路上疯狂超车，还对别人大喊“滚去吃灰吧”的傻子，我们不能保持沉默。

我要说的是对待问题的第一反应。基本上，第一反应不是让人心跳加快的

“Yes！”

就是让人心里一凉的

“No！”

重视第一反应。首先，让自己产生第一反应，然后再大声说出来。我在练习这个过程时，尽量不去担心人们对我的看法。带着从那些女孩身上学来的那份自信，我开始尝试着去做。

“Yes！”——每天下午6点去游泳。这种以舒缓而类似麻醉的方式、在水中用肢体力量舒展身体的感觉真是太棒了！

“No！”——博客读者或推特粉丝送的咖啡。我对身边最亲近的人都难以挤出一丝笑容，所以肯定不会对陌生人逢场作戏，哪怕双方都是善意满满。

“Yes！”——邀请我最好的闺密和她的女友来到花园，共享晚餐，而我则穿着舒服的鞋子，不回复并直接删除电子邮件，毕竟一天只有24小时。

“Yes！”——每周理疗一次。

“No！”——拒绝再次听到脑海中那个责怪自己自私偷懒的声音，不再为自己精神健康问题和需要接受药物治疗感到羞耻。

是否害怕人们质疑这个“新的”劳拉怎么如此“无礼”？我想我不会。我发现，如果一个人足够信任别人并说出心中所想，人们也会欣赏这种袒露心扉者。这样一来，大家都不必相互猜测。这种信任使得他们更为诚恳地表达自己的需求。甚至连我老妈都对我这么说！

本质上，人们都在寻求获得心中想要的许可。

来吧，从自己做起，世界需要你说出自己的心中所想。

什么事会让你觉得“Yes”?

你会仅仅出于无聊和搞笑而乐此不疲地做哪些事?

1.________________

2.________________

3.________________

4.________________

5.________________

什么事会让你觉得“No”，从而开始少做?

1.________________

2.________________

3.________________

4.________________

5.________________

人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。
人有自由，想你所要。人有自由，想你所要。



6 生气只10秒

我们总认为自己“不该”遭遇种种离谱境况，所以成年人（我）容易因此而愤怒，但有时也会压抑这种情绪。我们总认为“成熟”的“成年人”应该冷静处理，而非“大惊小怪”。“发泄”不是“成熟”，“依赖”没有“魅力”。

这真是胡说八道。

愤怒让我们明白什么对自己至关重要。因为这是一个极端的反应！极端反应体现深层情绪！有情绪，很正常！

我在孩子们身边，感触最深的一点就是，孩子生气后很快就会消气，他们没有继续拗气，让事情恶化。小十一可以气呼呼地说自己恼火是因为妹妹偷了电视遥控器，但只要拿回遥控器，她立马把妹妹拉入怀中，一起看情景喜剧《少女卧底》（*K.C. Undercover*）。她们还会为一人有6颗“宝石”软糖，而另一人只有4颗而争吵，最后大家平均分配，皆大欢喜，不然我真怕下一秒姐妹们大吵大闹起来。女孩们不怕生气，因为她们清楚生气不会显得她们不可爱，而且争吵有利于帮助双方实现心中所想。

感到愤怒时，我们不应该大声尖叫（而且，跺脚是我的忍耐极限：我从不理会那些生气跺脚的孩子，他们只会被直接带回房间）。但生气时大声说出来原因倒可能有利于健康。

按我们家里的说法，消除怒气不是“击鼓传花”，不是向别人大喊大叫来传递你的愤怒，直到对方开始生气，你便可以如同《冰雪奇缘》里的艾莎公主一样let it go，让怒火随风而逝。

消除怒气在于感受愤怒，承认并将其释放给神灵，减轻自己的负担。

能够释放怒气真的很棒，但大喊大叫基本就只是引发心脏病的举动。尝试表达“这个让我心烦意乱”或“这样伤害了我的感情”却效果惊人。这些话语有利于进一步控制愤怒者的情绪，停止对对方施加伤

害，因为没人忍心去踢一只柔弱小狗，或去催促一个“哎哟”喊痛的人。

因此，一生气时就马上说出来是为每个人提前消灾。如果小甜甜布兰妮（Britney Spears）在精神崩溃以至于自剃光头之前，就表明“我受够了”会怎么样？我猜，起码狗仔队的车就不会被她拿伞怒砸了。你明白我在说什么吗？对于过错，更应宽恕，而非纵容，但谈到愤怒时，预防第一，释放第二。

以孩子般的方式处理愤怒，让我明白不该自己一有任何情绪就自我指责。人们天然能感受自身情绪，这非常正常。每个人都有情绪：我可以在工作中由于别人的过高期望而感到不知所措；我可以对姐夫的无心之言感到不悦。我可以为金钱感到焦虑。

对我来说，美好人生始于承认这些负面情绪。我承认有些事物可以伤害我，让我烦躁恼火。在慢慢控制自己的愤怒或沮丧后，我发现其实没人会因为我的情绪而受到影响。大多数情况下，人们只是想帮忙，比如还给我们遥控器，或者彼此平分软糖。他们想要的不过也是快乐。无论我们如何怀疑别人怀有怎样的恶意，别人一般不会主动去伤害或挑衅我们。

每个人都喜欢彼此愉快相处。

无论什么类型的极端情绪都是一种脆弱的表现。需要再次说明的是：人们往往在值得信任的人面前才会展现自己脆弱的一面。不过，关键在于，示弱以表不满实际上让我们变得更强大。这就是我的个人发现。表现出脆弱说明自己被某些人事所困，比如“你刚刚以这种方式对待我”“你还没预订周末出行的火车票”“和朋友们在一起时，你总是想要说服我”，从而强迫自己用语言挑明自己的底线。展示脆弱时有助于搞清自己的底线。

底线——这真是奇怪的结论。印象中，人们不可以有底线。我原以为充满爱心、善良可亲的人没有底线。我以为他们会无限地或者在大部分时间里可爱下去。但这恰恰也是让我愤怒的缘由，因为我总要表现出快乐随和的样子，哪怕遭遇了浑蛋。这种伪装压得我喘不过气。

自从开始控制愤怒，我才真正了解了自己的底线。我的心胸不必如此宽广，以至于允许靴子肮脏的浑蛋随意践踏。“我不喜欢这样子玩娃娃”，说完小九回到自己的房间看书去了。原来她和小六玩洋娃娃时，后者耍赖地拿了“善良”娃娃和所有“最好”的衣服。于是，姐姐让妹妹一个人玩。小九画出了自己的底线，做出了自己的决定。

我可以明白而且也开始明白，加拿大著名作家、企业家丹妮尔·拉波特（Danielle LaPorte）所说的：敞开心门，但也要围上栅栏。我照顾的这三个孩子在这方面的成绩都是A+，而我花了整整九个月的时间观察，才真正意识到大多数成年人在此方面的表现是那么差劲。对于保护自己的心灵，我要做的还有很多很多。但是，现在的我是否已经想好怎样才能既敞开心扉同时也保护好自己？我觉得只有女超人才能做到这一点。



7 无尽的爱与坚守底线

好莱坞女星德鲁·巴里摩尔（Drew Barrymore）曾在女性时尚生活网站“Refinery 29”写过一篇关于著名脱口秀主持人奥普拉（Oprah Winfrey）的文章。文中有这么一句：“（对于别人）你必须给予无尽的爱，但也要坚守自己的底线。”如果你问我为什么以巴里摩尔为例，因为她就是那个身处成人世界但依然怀有孩童天性的女性典范。

我之所以会那么认为，是因为她那种左右逢源的感觉。一个人要拥有这种与身边每个人相处融洽的奇妙感觉，不仅需要强大的感知能力，而且自己首先要与自身相处融洽。巴里摩尔经营自己的制片公司、葡萄园、化妆品牌，而且和大半个好莱坞的人都是朋友，但她给人的感觉似乎又是那么轻松愉快。她是企业家，也是大家的开心果。而她认为能成就现在的自己，是因为了解自己的底线。

一旦清楚自己的底线，就更容易为自己建立围栏，以防被频繁入侵。

这样做会让你快乐。（而我会为你开心。）

无论是怀疑遭人利用，或者出于某种原因遭受不公对待，还是心里明明不喜欢别人这么对待自己，但又装作有所释怀地不在嘴上明说，这些都让人感觉糟糕透顶。

对朋友的朋友，你可以送上祝福，但不必打乱自己周六晚上的安排来帮助他们搬家，哪怕你在社交网站上看到他们正为搬家痛苦不已。尤其是如果你提前六个月订了剧院门票。给他们发条消息说你想他们就已足够，没有帮忙并不就意味着你就是个小人。

尽管你的妈妈正和她的姐姐吵个不停，但在她给你打电话倾诉时，你可以告诉她，自己现在正在做晚餐，明早会给她回电。同理，在和爱人的约会之夜，拒绝卷入长辈之间的争吵也不意味着你就是个不孝子。

你可以爱你的丈夫，但没必要非得要他为你在餐厅点单。天啊，你总可以为自己选一款汉堡吧。

你可以把最后一块雀巢巧克力送给爱人，也可以觉得他用光了你那瓶25英镑的洗发水真的很过分。

你可以认为你的孩子是有史以来最完美的小孩，但也承认他们回家后不挂上校服，或者希望妈妈把他们的脏碗放进水槽的时候让人讨厌。

不过，我发现爱也存在底线。那是在我第一次抱起小六却把她惹毛的时候。当时，她挡在了楼梯上，我本以为凭借自己庞大的身躯外加使用蛮力就行。当我把她抱起，挪向左边时，她非常清楚地表明自己不喜欢这种方式，并且尖叫：“不！我不要！我不喜欢！”

你能想象沉着冷静的大人会说出这些话吗?

无法想象。

“不要那样做。”

“我不喜欢那样。”

这也是一种力量。

当然，小六的反应完全正确。我不知道当时为什么自以为可以这么对待她。我要求她挪开，但她没有，所以我略微采取了“武力”。但这样的结果实在糟糕。你知道吗？从此之后，我再也没有为了让她做什么事就抱起她。这是一条清晰的底线。皆大欢喜。

不过，孩子不会记得曾“告诫”我这条底线，也不会由此不停抱怨或是怒火中烧。她做到了——划出底线，生活继续。这真是太酷了。她释放了怒火，表明了观点，也有助于我成为一个更好的保姆。双赢。

孩子渴望爱也给予爱，他们划定底线的方式总令我惊奇，那就是用非常直接的语言表述。“我不喜欢这样！”他们叫喊。“你这样做，我

就不和你好了！”他们哭唧唧。“我已经告诉过你了！”他们叹气。孩子感情澎湃，分分钟让你知道他们的底线。他们不针对谁，他们就是如此。

你能想象吗？孩子划定底线从不针对谁，而只是他们的底线。

当她跟你说不能用她150英镑的汤姆·福特（Tom Ford）香水，这不是针对谁，而只是她的底线。

当他跟你说无法接受迟到35分钟，这不是针对谁，而只是他的底线。

当你质疑室友后门又没锁，一旦遭劫保险不赔时，这不是针对谁，而只是说明你的底线。

当然，你不能以此为借口滥用“底线”。试想一下，以这种不针对任何人的方式提供反馈，再以这种方式接收反馈，这样一来，所有人也许就不会那么敏感，但又皆大欢喜。

这不是针对谁，而只是底线。

（有时候，你必须得对某些人亮出底线。）



8 原谅之类的

孩子与别人相处时，希望彼此都能快乐。他们不是那种等着抓住你的把柄再加以利用的小人。他们不会记得你两周、两个月或两年前做了什么对不起他们的事。能够原谅他人就是继续自己的生活，我们可以从过去的伤痛走出来，继续生活。谈到原谅与遗忘，关于这个话题可以说的还有很多。

我知道原谅他人并不容易，而且别人也不总值得我们原谅。但对于我们自己，原谅他人如同一种自我解脱。

原谅他人，就此遗忘，并不意味着宽恕他人后自己就能平复心境。只不过我们原谅他人时，自己更容易感到快乐或提高工作效率。

怨恨以各种方式剥夺我们的尊严。放任怨恨加深无疑将形成心理陷阱。怨气隐而不发无异于堆柴引火，释放怒气才能釜底抽薪。

当我们被人冤枉而倍感无力，有时唯一可以做回自己的方法就是原谅。这样做是为自己，而不是为了别人。我们昂首继续自己的生活，这既是我们的决定，也是我们的权利。

三个孩子中，小九尤其敏感，但很会自我调节情绪。她采取的主动原谅方式是耸耸肩膀，然后独自一人玩新游戏，因为这样她便可以在独处时放松情绪。玩了一两个小时后，她会再次和大家打成一片。不过我也清楚，成年人主动去原谅别人情况要严肃得多，毕竟成人之间的冒犯，远远超过孩子之间的偷铅笔，和拒绝伙伴的“追人游戏”邀请所带来的伤害，而且我还总会思考“为什么”成年人会有这些冒犯别人的举动。

我知道给自己写信听起来很蠢，但每当心烦意乱或感到被背叛时，我都会给自己写上一封。因为写作是我的第一表达方式，同时也是我寻求安全空间、表达自我的最佳途径。在这样的信中，我会允许自己自由宣泄隐忍的情绪。如果我接受被伤害的现实——我真的会写“我受伤了”。如果我承认有些事困扰我，但对此释然，我会写下：

我完全原谅__________（某人名字）__________（被冒犯行为）。

如果你也打算给自己写信，想写多少就写多少。比如：你从健身房回来发现妻子吃完了最后仅剩的美味果酱。

你为最好的朋友不再与你频繁联络而生气。

你的母亲毁了你的童年，或者你的父亲应该给你报名少儿马术课。

或许，你的脑海中会浮现出一100万件的小事或100万次创伤，但你把它们写下，从而释怀，就类似《哈利·波特》（*Harry Potter*）中，魔法师邓布利多（Dumbledore）的那个存储想法和记忆的“冥想盆”。这样一来，就能为你所需保留的美好腾出空间。或者，鼓起勇气向自己和信之外的第三人（物）倾诉不满。如果向第三方倾诉有助于进一步释放怒火，那也是很好的方法！

我原谅你。

说出“我原谅你”需要很大勇气，但又让人感觉轻松。不去控制怒气，反而感觉更有自控力。

宽恕别人不会让你成为受气包。过去我一直以为，容易原谅意味着容易受伤。但如今，我越尝试原谅他人，就越敞开心扉，但同时也应设置“围栏”保护自己。原谅让我释怀。原谅分散了我对恼怒之事的关注，而把注意力转向更有意义的方向。

当选择了原谅，心态恢复的我才能说出那句：“来，我们接下来玩什么？”

有时，
我们没有得到应有的道歉。
人生就是如此。
总得释怀。



9 值得拥有

拥抱。微笑。爱你的朋友。相守终身的爱情。安全的住所。自来水，供暖，干净的床单。教育。机会。希望。奥利奥奶昔。周末早上赖床。清楚自己想要什么。追求心中所想。旅行。照镜子，喜欢镜中的那个自己。新的连衫裤。翘班。跳舞。玩乐。为挑战不可能而雀跃。仅是“存在”。

人生意义。活着。感恩。远离浑蛋。自我救赎。自我改变的权利。旅行。不评判他人。自己定义成功。剃光头，打鼻环，穿芭蕾舞短裙，搭条纹紧身衣，配机车靴。舞会礼服，雅痞衬衫，无框眼镜。洒脱无所谓。在家开派对。约会。说“Yes”。让别人结账。分享自己拥有的东西。做点手工。音乐。自己的嗓音。

讨论。辩论。争执。保留意见，但能在学到新知识后改变看法。阳光洒在身上。海浪没过脚踝。看书。“浪漫的邂逅”。好看的发型。

在一瞬间做出改变。对自己所爱的人，以他们一直想要的方式对待他们。善良，更善良。做到最好。一点一滴的幸福。身心完整。感受恐惧，敢于感受恐惧。说“No”。做你自己。自信。

有能力逃避。做爱。高潮。亲切感。孩子。家庭。感到不凡。完美的工作。不会感到羞耻。按自己的方式行动。无视那些憎恨你的人，因为总会有讨厌你的人。浪漫。

可以脆弱。满足。拥有人性。感到不适时退出。把握当下。深入了解你的爱好。

真的，你值得拥有你敢于梦想的一切。

请你爱自己



10 爱自己

“我爱爸爸，我爱妈妈，我爱自己。”这是我从好友梅里亚的孩子口中，听到过的最酷的一句话。梅里亚，作为家长你可真棒！这样的一个孩子值得被当作成年人一样去认识。

我从来没有怀疑过小十一会不会因为担心特雷弗同学是不是在昨天午餐时误解了她的笑话，而失眠到凌晨4点。小六则从不质疑自己的表达能力，也不会为午餐时喝了两杯巧克力而自责。她们不去过多考虑他人，因为她们也没有那么看重自己。她们自知自觉，但不自我怀疑；关注他人，但不让他人成为自己世界的中心。她们思考，但不会想太多。

那句名言怎么说来着——这句名言实在太有名了，我都忘了是谁说的——关于作为一个成年人，我们要花费很长时间去遗忘那些所谓的“成人规范”？我不清楚是不是这句话，也可能把几句名言搞混了。我越反复思考这句话，就越坚定我的想法——人们为什么要在脑海深处强调自己在生活中、爱情里和世界上“一无是处”，为什么要总是记得别人讨厌自己以及自己做错的事——这些想法都将占用精力，而这些精力本可用来做别的事情，比如享受生活。不然，人生又是为了什么呢?

人生的意义在于享受生活。

不要歪曲了人生的意义。学会爱自己是一生的事。因为作为成年人，我们往往都会不喜欢现在的自己，这种情况时常发生。

社会教导、文化规范、性别差异、性的禁忌、“做个好人”以及其他社会要求让我们疲于应对。好吧，成年人的生活真是糟透了。

成年人负面自我评价的习惯经年累月，根深蒂固。因此，你不可能读完我这段话，就决定崇拜自己，然后永远地喜爱自己。起码我就不是这样做的。

有些时候我们过得不错，而其他时间却感觉像是世界末日。但即使是在那些糟糕日子里，我们仍然需要活得有尊严。

这难道不就是喜欢自己的关键？自尊。

记得在意大利做英语外教时，我遇见了一个叫朱利奥的13岁的男孩。他聪明有趣，沉迷于披头士和伍迪·艾伦的电影（没错，我们还谈到了伍迪·艾伦的个人问题）。午餐时，我坐在他旁边，听他兴奋地介绍自己的喜好，还说："我英语好，当然想去英国读书。""我要成为电影制作人，让大家都知道我的大名。""我性格的最大优点就是幽默。"孩子们很容易肯定自己存在的价值，因为他们还没踏上通往完美主义的徒劳之路。孩子唯一走上的道路就是成为自己。这就已经足够。

做自己。你很棒。

通过朱利奥，我不再自我评判。先学会和自己做朋友：拒绝把所做的事、曾经的想法以及过去的生活单纯地以"好""坏"区分。

用挚友般的口吻鼓励自己：你有尊严，你有价值，不为别人守候，只为自己驻留。

用平常和孩子说话的方式与自己对话。

"好样的！"

"真棒！"

"慢慢来，宝贝！"

"吃了吗？"

"你这么厉害！肯定下了很多功夫！"

"我爱你。"

向自己保证：不要放弃做自己。

向自己承诺：无条件地爱自己。

唯一重要的是自己的真心和善意。亲爱的，心真意善的你是纯真的，也是自由的。

如果不想那么拐弯抹角，你可以这么想：知道自己已尽力而为。尽力而为，就已足够。

现在的你已经很完美了。

> “永远做最好的自己，而不是别人的翻版。”
>
> ——朱迪·嘉兰（Judy Garland）

喜欢自己的19个理由

比如，我喜欢自己的头发。自己的笑声。喜欢在房间里读书的自己。自己能记得很多人的生日。自己井井有条的样子。我喜欢自己的19个理由……

1.________________

2.________________

3.________________

4.________________

5.________________

6.________________

7.________________

8.________________

9.________________

10.________________

11.________________

12.________________

13.________________

14.________________

15.________________

16.________________

17.________________

18.________________

19.________________

自己擅长的19件事

比如，我很会用吐司条蘸溏心蛋。我擅长给新鞋绑鞋带。我时间观念强。我可以长时间淋浴。我写得一手好字，善于手写漂亮的清单……

1.________________

2.________________

3.________________

4.________________

5.________________

6.________________

7.________________

8.________________

9.________________

10.________________

11.________________

12.________________

13.________________

14.________________

15.________________

16.________________

17.________________

18.________________

19.________________

我不擅长但无关紧要的5件事

比如，我的数学很糟糕，但我有计算器。我给自己染发从来无法染匀，总遮不住发根颜色。尽管知道该如何表现，但我无法在恋爱时装出一点点高冷的样子。我会把家里的巧克力全部吃掉，所以不能把巧克力留在家里。我不会玩拼字游戏。

1.________________

2.________________

3.________________

4.________________

5.______________



11 怪咖，为自己的爱好而骄傲吧

“快看我的迷你海豚手办！”一个孩子恳求地说道，脸上一副无忧无虑、无拘无束的样子。你知道吗？当一个孩子突然跟你讲起这些海豚的种类、大小和习性，脸上写满了喜爱和痴迷时，作为大人的我们难道会不理睬这位小小解说员？

没人在面对一个激情盎然的孩子时，不立马与他一同大开脑洞。与激情澎湃的人待在一起就让人倍感兴奋。无论你的爱好是什么，请自豪地接受和享受！

通过照顾那三个性格各异的孩子，我意识到我们必须按自己的标准来定义自己。对自己忠实，对自己所想要的忠实。

热情是会互相传染的。与众不同才能人生有趣。据我所知，小六喜欢背诵女团“混合甜心（Little Mix）”某首歌的歌词，而小九则会被我刚刚在“脸书”上读到的笑话逗得狂笑不止。她们从不隐藏自己，我也体会到了发现自己的新兴趣时，那种全身心的喜悦。

简而言之，成功最高的定义就是做最真实的自己。

如果不尊重最真实的自己，我们会做出糟糕的决定，而这些决定最终又会让我们感觉更加糟糕，继而做出更加平庸的人生选择。我们厌倦了平淡无奇的生活，用“大家都是这样，所以我们一定也会没事”这样的“常识”麻痹自我。不过，我们真的就一定会没事吗？难道这种低级痛苦就是所谓的成年人生活吗？

悲伤的成年人做出糟糕的决定，但这不是成年的意义。

成年人应该知道自己喜欢什么，不喜欢什么，并且更多地依据自己的喜好，尽可能地过好自己的生活。

是不是有点自我变革的感觉？我知道你会这么说：“确实如此，我当然想多做自己喜欢的事情。但劳拉，现在不是时候。根本没有时间！”

如果放弃不喜欢的事物，我们能节省出多少时间？如果你一想到朝九晚五的办公室工作就感到恐惧，那就别去做这种职员工作。如果可以，辞掉现在的工作，选择兼职或弹性时间工作；如果不行，那就下决心从现在工作中找到乐趣，或者更换岗位，感受不同乐趣。讨厌动感单车，那就别去骑。作为替代，可以练普拉提或请私人教练指导健身，或者下载跑步App，围着公园跑10公里。讨厌镂空皮鞋？那就把它扔进垃圾桶，穿回松糕鞋。你不必为一顿早午餐豪掷40英镑，这笔钱每天都省下来说不定可以去读个硕士；也别因为自己是朋友中Ins上唯一带着“未婚”标签的剩女，就随便对别人的求婚说“我愿意”。

放弃不喜欢的事物。

你可以单身，或者保持开放式关系。

你可以拥有六处房产，或者全部家当就是一个背包。

你可以设计景观建筑赚钱，或者通过高额融资谋利。

你可以要孩子，不要孩子也行。

你可以每天早上6点起床，或者每天睡到中午。

你可以喝气泡水，也可以喝白开水。

如果喜欢的话，你可以贴上一对带有流苏的乳贴，然后跳段扇子舞来开始自己新的一天。我很想知道让流苏在空中画圈的秘诀。

总之，放弃不喜欢的一切。

如果你有某个爱好——让你感觉良好，并且不会伤害到他人——请继续保持。我们应该全身心地投入到自己所爱的事物中去。这个世界需要更多激情。

孩子们勇于表达自我和喜好。塞巴斯蒂安可以按战斗力大小介绍所有精灵宝可梦（Pokémon）。艾玛拥有包括特别版在内的《保姆俱乐部》（*The Baby-sitters Club*）系列全套小说及同名电视剧蓝光光

碟和DVD。拉希德酷爱收集沙滩卵石，每次去海滩都要沿着海岸，至少要花三小时寻找最圆润可爱的卵石。

还记得上学时，我对我们班一起看过的一些希腊戏剧尤其着迷。之后，我发现我的两个“朋友”相互传字条，原来他俩对我的戏剧爱好很是困惑。不过，你得知道，我的朋友丹8岁时就一度迷恋流行摇滚乐队“查斯和戴夫”（Chas & Dave），还曾邮购过专辑和周边商品。

所以，勇敢绝对是表达个人喜好的最佳代名词，毕竟人一生之中做到忠于自我太不容易。要诚实地表达自己，首先得了解自己。不过，这需要时间和耐心，而且我们也会一次次地改变自己。了解自己的本质在于拥抱你所喜欢的，对不喜欢的别伪装。

以前我总担心要是太大声地（或者太开心地、兴奋地、热情地……）表达喜好，别人会认为我是笨蛋。不过，我脑子里想的却是：“邻居们会怎么说？”是20世纪80年代家庭主妇才要担心的事情。所以每当我因紧张而略显愚笨时，就经常把这个脑中场景作为应对之策。

我喜欢花时间用各种App编辑手机里的照片。我在印度接受瑜伽教师培训时，有次对一位同学说了一句“如果是我，我等下会再加个F2柔光滤镜”。没想到这句不经意的话却成就了我和她延续一生的友谊。“你说的是VSCO？！”她尖叫道。当时没人知道她说的是某个App，但这已无关紧要。你的气场能够吸引同好，所以你必须坦承自己的所爱，否则就无法形成这种感应。直到现在，我们仍是很好的朋友。

总而言之，不要把时间浪费在那些让我们觉得自己不够好的人的身上。爱好让我们内心欢歌，但那些人却让我们闭嘴。

当一个孩子说出“你再也不是我最好的朋友了”，他的意思是“我在你身边感觉不舒服”。孩子会想，和你在一起如果没有那种上天登月的感觉，我才不会花什么时间与你为伍！每个人生活中都存在这样一些人，他们似乎总以哪怕最微不足道的方式对我们幸灾乐祸。我们要做的是谅其不幸，置之不理。

刚成年的那段时间里，我意识到自己不必和那个把我当成他大部分笑话的“点睛之笔”的朋友来往，那一刻我真正得到了解脱。不过去年，我还是遭到了对方的嫉妒和误解，不得不放弃了这段“友谊”。

在朋友圈里，我被认为是“那个怪咖”，一个谈论星座和宇宙以及“昨天的桃子很好吃”的家伙。尽管朋友们在某些方面能够理解我，但他们大多数时候并不懂我，但这已不重要。好朋友尊重我。这就是友谊。他们鼓励我变得更“怪”一点，因为这样我会感到快乐。（事实确实如此。）

就像我们为孩子买恐龙书和有关古埃及的DVD，带他们到机场俯瞰飞机跑道一样，我们喜欢听到他们的“大呼小叫”，喜欢看到他们入迷的可爱模样。

我们鼓励孩子成为小怪咖，那么为何我们自己不也怪咖一点呢？懂我们的人会因为我们的爱好而更爱我们，而不是讨厌我们。不过，要是他们真的讨厌呢？好吧，至少我们自己很开心。



12 我会告诉我的孩子，并希望他们也能告诉自己孩子的一些事

这些话虽是说给孩子的，但是这种感觉就如同我在酒吧三杯黑比诺酒下肚后讲给朋友的一样：

我们不能把连续20年重复不变的生活称为人生，这样的“人生”被称为“等死”。

悔恨远比自律痛苦得多。所以现在就坐好，开始去做你说要做的事情。成就不凡的自己。

我们配得上自己的需求和欲望，值得去拥抱希望、许下愿望。我们的秘密定义了我们自己，所以拥抱自己的每一个部分，哪怕是缺陷，因为你的每一部分都是杰作。哪怕你忘了给妈妈打电话，哪怕你大部分工作时间都花在社交媒体上，哪怕有时你整个周末都不

洗澡。这些都是你的一部分。

为了收获，你必须播种。你的努力程度直接关乎你的人生。

搞砸不是失败，不去尝试才是。

人生有两种选择：谋生或按自己意愿生活。朝圣的道路也许有87987079条。喝酒。舞蹈。冥想。性。宗教。瑜伽。蹦极。人们都在尝试高于自己的存在方式，只不过是以不同的方式来实现。

其实，我们想要的与我们害怕的之间的距离，不过小拇指般大小，而这正是人生的一大乐趣。

当你贪图享受和安乐，也就放弃了让自己变得更好的可能。

你所有想法的总和就是你自己。就如同每天早上选衣服和在酒吧选啤酒，请仔细、慎重、有目标地树立自己的观点。

我们是讲给自己的故事。大多数情况下，我们认为没有人像自己一样受过伤。但事实却是，大家以前都曾受过伤。生而为人就是如此。

我们的生活，别人不懂，没有关系。为此庆祝吧。从此不必再征得别人同意才能去实现自己的梦想。荣耀之路，自己开拓。

如果你不能全心全意地做自己，你会感觉若有所失。亲爱的，你必须成为自己最忠实的粉丝。

生活的意义在于快乐。千真万确。“生活本苦”就是一句我们笃信但又最扯的鬼话。

如果你无法学会恳求别人，那也不必假装。败于自己的命运总强过在他人的命运中小成。

我们渴望爱。所以，停下“漫不经心的约会，再说一句‘我其实没那么喜欢你’”的蠢把戏吧。为爱而生，为希望而活吧。承认吧，我们的每一个部分都渴望被那个特别的人看到。

那些有“意义”的，与你内心渴望的往往是两码事。跟随自己的内心。

被错误的人包围比一个人孤单更让人孤独。

没有人真的会保守秘密。如果你学会倾听，人们会告诉你想知道的一切。

无论多么虚假的建议，你的潜意识都会接受。不断自我审视，注意那些自我灌输的谎言。

有时候我们必须打破现状，才能获得构建未来的可能。我们认为绊脚石使我们摔倒，但它往往不是障碍，而是跳板。

跟着感觉而非事实走下去。直觉会给你指引。

灵感易逝。现在想做，马上动手。

奇幻作家托尔金曾说：“**一步一步，行者致远。**”

你不需要为了变得“有趣”而折磨自己。

一次做一件事，做好这一件事。要么首个完成，要么做到最好，要么与众不同，方能脱颖而出。

学会选择。

信心会自我延续。为自己树立一些信心吧，慢慢地你也会越来越自信。

无论好坏，短期内，没有人会注意。长远看，所有人会留心。

永远不要抱怨，永远不要解释。做自己。

作为人类，我们受理性、爱与认可这三种基本情感所支配。衡量自己对任何事物所附加的情感，从而轻松十倍地控制对某一事物的期望。

有趣的是，**越勇于尝试，越容易收获好运。**

毫无疑问，
生活就是个浑蛋。
他爱管闲事，
图谋不轨，
背后捅刀，
他举你起来，
只为摔你下来。
这就是生活。
举起，摔下；
再举起，再摔下。
生活总是风雨兼程，
但风雨过后，
总会遇见彩虹。



13 即兴人生

孩子们喜欢事情“搞砸”，而此时大人们只得不按计划，即兴发挥。当公交改了路线，你把手机拿给孩子们，让他们“弄清楚”你们一家人该如何回家；当你今天决定，他们可以翘过游泳课并且可以去喝奶昔；当今天突然变成“睡衣星期六”，你可以整个上午都不出门。偶尔舒舒服服地待着什么也不做的感觉真爽。

孩子们喜欢有“安排”，但更乐于安排被打乱，因为他们知道这个时候一切皆有可能，而这也是他们问个没完的原因。“为什么这辆公交停了？我们会换别的公交吗？换的那辆公交也会坏吗？要是换的那辆公交没有来怎么办？如果我们坐上那辆公交后也坏了怎么办？”

不过，一旦知道换辆公交不会世界末日之后（我们总是坚持跟他们保证不会世界末日，不是吗？但我们似乎从来不对自己这么承诺……），孩子们就会说：“好呀，真棒，那我们就换一辆！”接下来便开启了一段兴奋之旅。

假如我们如同孩子一样，尽管诸事不顺，但也体会其中的快乐？假如我们能一笑而过？在解决问题时或者在未知中找寻乐趣？

如果我们相信一切都会好起来呢？

当我们忘带钥匙，不得不在家附近的咖啡馆等待室友拿着备用钥匙回家，结果却发现这个咖啡馆的浓缩咖啡真的比常去的那家更好喝。

当大项目的截止日期推迟一周，我们突然多出七天提交期，于是我们在其中某天去了新的瑜伽教室试课，结果发现那里的瑜伽要高级得多。

商店卖光了纸装椰奶，所以我们只能购买罐装椰奶，却发现罐装椰奶调配出的泰式青咖喱味道更香浓。

当我们弯腰去拉靴子的拉链，却把裤子给崩开了，而不得不穿上之前认为不适合的裙子时，却发现裙子竟然出奇地合身。

那些最美的浪漫故事都是以“那天我原本不会去那里……”或者“真是太奇怪了，就因为我迟到了一个小时……”开场。爱情总在我们最不经意间发生，如同一次冒险。

我曾把即兴反应作为一种戏剧演技研究过一段时间，结果正如喜剧秀《周六夜现场》（*Saturday Night Live*）的演员们所言：想要人生更加美好，那就在现实生活中应用即兴原则，即“好的，那么……”原则。

当你在（人生）舞台上表现拙劣，假若此时有人为接下来的情节提供另外一种可能，作为即兴演员的你要做的就是说出那句“好的，那么……”，之后再为故事加入你自己的动作。如果你身处某个场景，和你对戏的演员表示他们手中有香蕉造型的水枪，但射出来的是狗便便，你就必须说：“好的，是啊……闻起来就像彩虹！”不过，如果你一副“他已经发疯了”的表情看着你的同事，耸着肩说道：“没有，你什么都没拿。你到底在说什么？”那么这个桥段就算彻底完了。即兴之所以奏效，就在于大家都认同这样一个事实：没有人知道接下来会发生什么，但每个人都会在剧情展开后做出反应。

延伸到生活中，这即是对生活的完美隐喻，我不知道还有什么比这个隐喻更贴切的。

“公交坏了！”

“好的，那么……我们换一辆！出发！”

我非常喜欢“好的，那么……”，甚至于我还把“好的”这个词文在了身上。读完丹尼·华莱士（Danny Wallace）的《好好先生》（*Yes Man*）后，我开始有些止不住地说“好的”“同意”（均是小说中的台词）。事情顺其自然，好运就会发生。如果你对那些让你害怕但又是你应得的机会说“好的”，它们就会帮你实现你本该拥有的梦想。坚持信仰之所以如此艰难，在于信仰很少明确地显现，证明你所信仰的东西真的存在。但是，信仰在于信任，你现在应该知道我这本书的重点：要尽可能地相信自己，为自己惊叹。相信自己，善待他人。

另外一个有意思的事情是，人们如何看待自己可以有所计划。比如，人们惊人的想象力甚至可能拥有改变宇宙的魔力，但我们却非常

看不起这种想法。

孩子们不认为自己可以谋划真正的大事。孩子知道机会是无限的，但他们不会一开始就详尽描述接下来的整个故事，因为这样做本来就存在诸多局限。小六想在后花园里办一个小兔子养殖场，但如果她知道具体该怎么做，那就见鬼了。但在她的想象中，一切都是如此真实，她清楚养殖场的外观、感觉和声音，能够体验拥有养兔场的奇妙感觉。

如果想要摘去畏惧的“眼罩”，让生命展翅飞翔，我们要做的就是不再去限定人生的无限可能。生命展翅，敬畏人生的伟大。少点限定，多点体验。口中说出“好的，那么……”，心中坚信“无论如何，我们都会好起来的”。

（即兴人生让人害怕，但也没什么大不了。）

（我们会习惯。）

（就把它当作一次冒险吧！）



14 冒险的意义

冒险：名词，形容词，指进入未知领域或自己开辟道路。通常情况下，“冒险”具有以下各种可能性：新体验（32%），走出舒适区（12%），自发性（23%），恐惧（18%）又兴奋（41%）；需要数学技能（-6%）。

冒险可能是银幕中离家千里的长途跋涉。

冒险更有可能是内心一瞬间爆发的一场剧烈而无形的交战。

这些都是冒险。

不是每条道路都必须通往某个目的地。人们也不总是需要知道自己要去哪里或者人生该去往何方。事情出错后的即兴人生是探索生活的一种方式，但如果我们一开始没有制订计划呢？或者换个更加好听的说法：要是我们的计划就是没有计划呢？是不是可以称之为冒险？

当然，我们必须认清真冒险与假“冒险”。希望凭借心中的知识和一张文凭就给人做手术与从医学院毕业后成为执照外科医生完全是两码事。无独有偶，如果你只是中指盘绕食指地祈求哪天能存够买房钱，但实际却把所有收入用于买鞋和昂贵的法国奶酪，那么好运永远都无法降临。不过，如果你在路的尽头左转，而不是自己习惯的右转呢？你总是做习惯做的事情，你得到的也永远是那些司空见惯的结果。

如果有所不同，结果会是怎样？

美国前第一夫人埃莉诺·罗斯福（Eleanor Roosevelt）曾说：“人生的目的不仅仅在于生活，而是要尽可能地体验，热情而无畏地拥抱新奇而充实的人生。”简而言之，这是你的人生，由你做主。孩子，这个世界属于你。

我曾对小十一说：“事情总是由难到易。”当时，我们好像正在谈论她的法语家庭作业，不过又似乎是在谈论在瑜伽垫上做某个倒立动作或者设置个人底线，又或者是关于我个人的酒量不超过三杯红酒。

总之，世上大多数事情总是由难到易。

我们害怕走出舒适区。第一天上学，第一次没戴游泳圈游泳，第一次理发，第一次在朋友家过夜，第一次参加钢琴考试，第一次吃牡蛎，第一次接吻……所有的第一次。但是，每当我们走出舒适区一点，舒适区就扩大一点，这样也减轻了我们下次冒险时的压力。我们的舒适区越扩越大，直到冒险成为我们的第二天性。

我们天生倾向于熟悉的事物，毕竟这是人类作为生物的偏好——为了生存。但原始人类都能够不惧未知地离开故居，环游世界，为了找到新的食物来源和安全住所而穿越海洋，哪怕对新大陆一无所知……所以，你我起码可以尝试一个新的度假胜地吧。

还记得无论发生什么，我们都要做自己最好的朋友的承诺吗？无论新尝试产生什么新结果，重要的是你走出了舒适区——无论你是否成功，无论你何时成功，只要不断勇敢地尝试——亲爱的，这就是一个了不得的胜利。

而且，这些都是信号。

所有这些经验都会告诉你：自己是谁、自己对世界的看法以及未来的可能。

而你应该尽可能地拥有这些经验，寻求关于自己与世界的启示。

当你不断尝试，恐惧之余你也会感到兴奋，因为你在一步一步成就无比光彩照人的自己。

更棒的是与朋友一同体验新的正能量活动。所以无论是去街边新开的餐厅吃饭，还是到斯里兰卡骑大象，如果这些冒险的念头让人害怕的同时又让人兴奋，我们此时应该向孩子学习，一开始就抓稳彼此的手一起体验。就像在我带小六的头一天，她拉着我去玩秋千，她要我握住她的手的时候也让我更加勇敢。

与朋友、爱人、家人一同害怕是一种增进情感的体验。《时代周刊》（*TIME*）曾指出，任何新的体验都是好的体验，因为比起那些从不冒险的人，体验越多的人越有可能保持积极情绪。即使是与朋友一

起放声大笑这样微小的快乐时光，也会延长自己个人的良好状态。科学证明，略有好奇而略有改变，会让人对自己及其生活更加乐观，即使再次回到自己熟悉的状态，也会保持这种乐观心态。

这真是非常炫酷的体验。

只有打破流水账般的日常才能更加留意时间的流逝。由于习惯于舒适的日常，我们的生活容易形同白日“梦游”。我本人就是如此：去同一家咖啡馆写作，每次去健身房都用同一部跑步机，早上9点打电话给老妈，下午6点打电话给老爸。当然，常规让人感到宽慰。比如，我每天给家人打电话只是因为那个时候我不知道该干吗，但神经学家大卫·伊格曼（David Eagleman）认为，对熟悉事物的依赖程度会影响到我们如何看待时间的流逝：对世界越熟悉，大脑写入的信息就越少，时间似乎就过得越快。

这就是为什么我们感觉年纪越来越大，时间也过得越来越快。这就是为什么记忆里童年的夏天总是长日漫漫，而长大后的夏天却转瞬即逝。因为当时的一切都是崭新的，而现在没有什么新鲜可言。

让我们像孩子一样，为每天的生活添加一些别样色彩。婴儿不知道楼梯的上头会是什么，但他们就是一个劲地往上爬。看！家里的新楼梯，又可以让爸爸妈妈担心啦！哦！瞧那儿！这个插座应该没有防婴儿触碰！我去摸一下！

让我们保持感官敏锐。冒险有时并非偶然，而是可以人为掌控。与给你递上咖啡的服务员交谈；在员工餐厅与新同事聊天；订一张剧院门票，就算不太能看懂，也可以放松精神。做人自相矛盾又何妨。

漫步教堂或寺庙；多学一点知识；订一张机票，去往那个从年初开始就不断在网上搜索的地方；带朋友参加一次速配之夜；和鲨鱼一起游泳；邀请女孩约会。

害怕。

深呼吸。

去冒险。

……生活永远值得一试。

停下片刻，想想对于当前阅读的内容，自己有什么感想？你的直觉是什么？是什么让你害怕，而不敢承认自己无比渴望了解、探索、求知？把你脑海中此时出现的任何想法都写下来，哪怕不是一个完整的句子。

写下来。用文字找回勇气。

____



15 你的处境没你想象的那么糟。所以亲爱的，请冷静下来

我们的表现一般比自己想象的要好得多，然而却持续自我否定：“我运动不够——我是一头又懒又胖的肥猪。”“为什么她没有回我短信？”“我肯定惹他心烦了。”“我永远不会升职。”“好运不会降临在我这样的人身上。”

自我怀疑。

反复猜测。

忧心忡忡。

无论是生活、爱情，还是学习，我们都非常努力，但却感觉没有什么进展。随之而来的就是挫败感。

听着，这不是失败，这只是生活。我们自认为需要奖章鼓励，来为我们的生活打个高分。我们像孩子一样习惯被不断夸赞。但在成年后，没人称赞的我们会若有所失，感觉似乎是自己做“错了”，甚至认为自己需要一个解决方案、一个“修复”方法，或者做全新的“自己”，这样一切才会变好……但结果往往事与愿违。事实上，我们并不需要什么。我们已经具备所需的一切。

很多年来，我总是相信自己可以变得“更好”：当我最终收获甜蜜而忠贞的爱情；当我的名字出现在“《泰晤士报》畅销书排行榜”（*The Times* Bestseller List）上；当我个人健康保持在最佳状态，体重不再如同一条裤腿长短不一的牛仔裤，每天变戏法般上下波动。

然而，之后我就遭遇了职业倦怠，被诊断出患有焦虑和抑郁，需要别人帮助才能寻找出路。那种糟糕透顶的感觉压得我喘不过气来，根本不知道该如何改善现状。正是这种倦怠感，让我以为自己彻底完蛋了。

尼采写道，思想家把自己的行为视为实验和问题，所以成功或失败只不过是前两者的结果和答案。

关键在于我们要明白“搞砸”不是失败，没了某些东西，比如爱情、地位或内心的平静，并不会让我们“完蛋”。

世事变迁，人生无常，但这都不是最终的结局。

成年人似乎永远不会专注过程，而是只看结果。成年人把成功定义为取得可量化的结果（比如无名指上的戒指、作品出版或意大利南部的避暑别墅），但生活真的无法量化。

你无法度量幸福与爱，也无法量化自己的满足程度或其他重要的东西。

我们告诉孩子重在参与。参加科技展，哪怕没有获奖；加入篮球队，哪怕比赛失利；去恋爱，哪怕心碎。但这一切都有意义。我们希望他们去体验这些经历，好让他们了解尝试和失望的感觉，知道团队合作重于奖杯，明白一句“我不爱你”不会判人死刑。我们希望孩子身心强大，更能抗压和更有韧性。

如同各种经历对于孩子至关重要，你的生活本身就是一场正在进行的冒险，同样意义非凡。

明白？好的。

失败不是成功的对立面。

成功不是只要努力就有结果，就像1+1总是等于2。这样真是乏味！开始谋划实习，之后工作入门，再得到晋升，最后坐上“受人尊重”的高位，同样令人乏味。

成功也不是银行里的存款或名片上的头衔。

成功同样不是粉丝数、点击量、拥有很多衣服或一系列颜色很搭的坐垫。

成功不在于考试得高分！真的！

“宝贝，你考了6分？太棒了！”我们表扬西奥多和雷恩。两个小家伙参加了考试并尽力而为。她们没有因为没拿满分就不再参加拼写测试。所以，只要尝试，尽力而为，就会得到掌声。

拼尽全力，就已足够。

你有没有尝试过即兴？其实，成功的定义就是一种即兴：无论生活如何变化，我们依然勇敢面对：“太棒了！好的！接下来……”就像西奥多和雷恩一样继续参加考试。

丘吉尔曾说，成功就是一次次跌倒之后又跌倒，但却永不丧失热情。我想补充一句：只要能继续努力，就没有“失败”。即使山穷水尽，悲伤欲绝，只要鼓起勇气站起来，迈出一小步，继续走下去——这就是胜利。我本人的胜利就是曾经很长一段时间退出“写作职业生涯”，以便学习如何再次好好呼吸，感受生活。开始我很担心人们的想法。毕竟我现在是位保姆，编辑们不会再邀我写作。但是，那些编辑知道我正过着最美好的生活，一旦我感觉好些后，再次工作时会效率更高，不用再提醒我截稿日期。

每个人都有自己的特质。当你为了获取生而为人的权利而一往无前时，请停下来一分钟。无论这一分钟感觉是好是坏或者不合时宜，这一刻就是成功。

一切皆有意义。

一切皆有意义。

一切皆有意义。

成功不是去叠加我们认为“值得”赞美的事物，而在于积累经历，仅此而已。成功是参加下次科技展，参加下一届篮球赛，心碎后的重新约会。但是，天啊，我们什么时候才会转变对成功的观念呢？18岁？21岁？还是30岁？不过，有时候很简单，只要做到毫无保留就行。毫无保留意味着我们已在努力尝试的道路上倾尽全力。

倾尽全力的我们是自己的超级英雄。

感恩和善良。自我调节和幽默。对美丽、智慧和正直、公民精神和公平的热情和欣赏。社交情商。坚持不懈和具有同理心。拥有这些品质就意味着成功。因为这些就是人性，是过好生活所需的思维方式。这些难道不是我们希望人世间所有婴儿长大后都能具有的价值观吗？我们也不要忘记它们对于成年人的重要性。虽然我们已经长大，但仍然“能成为最好的自己”。

你做得很棒。

> 你做得已经足够好。无改变自己。无须刻意改变当前的做事方式，或为了被另眼相待而去扮演不同的自己。你所有的一切都刚刚好。你小腿肚的曲线和前额翘起的头发。你的笑声和你的笔迹。你的痛苦。你的需求。你的所爱。

你已是完美的一切。

所以，深呼吸，不要再找借口为难自己，或者在你向自己和他人讲述的故事中，添加一个“自己将在某天成为某人”的注脚。

那一天不会到来。因为你所拥有的只是现在。所以，为了所有真正爱你的人，请站在镜子前面，看着自己的眼睛大声说：我拥有爱！

爱我的人爱我，是因为我就是我、我可爱的瑕疵以及我的一切。

我们总在周而复始地自动评判自己，自己的每个动作、决定和行为。大脑是一台组织有序、运行良好的机器，记录着我们所做的一切。因此，如果想要拥有源自爱和自我接纳的快乐，我们必须每次都有意识地告诉大脑如何记录刚刚发生的事情。所以请告诉你的大脑：无论记录了什么，我仍然喜欢自己。

我说错话了，但我仍然喜欢自己。

我去参加晚宴但忘了带礼物，但我仍然喜欢自己。

他觉得我们的爱情没有未来，但我仍然喜欢自己。

知道自己被爱而爱自己的人是勇敢的。勇敢的你会为自己感到自豪，没人能阻拦你去实现梦想。加油！成为自己的拥护者是你所能做出的最自由、最有力量的选择。

就这样，梦想成为目标。

“某天”变成“现在”。

你开始专注。

之后，正如我老爸所说的“把小便煮干，看看剩下什么”，你开始真正探索生活。

此外，成功也在于如何道歉，记住别人的生日，说谢谢。成功是语言技巧，说服部门经理加班帮你完成一个自己无法驾驭的项目。成功还是寻求帮助（接下来我会谈到这点，因为我清楚寻求别人帮助真的很难）。如果你偏离轨道，那么成功就是返回正轨。

无论是与人渣发生关系、失去晋升机会、分数不高，还是跑到地球另一端后才意识到自己最喜欢的还是家乡，我们不要因为遭遇了诸如此类的境遇，就认为自己彻底完蛋了。尽管感觉的确如此，但那种感觉不是事实。你已具备应对这些问题的力量。

我们如何对待自己，别人就如何对待我们。如果我们为自己的身份道歉，让自己渺小以免被看见，世界也将以如此回应。我们会被告知做得还不够好，毕竟连自己都这么说。所以，大声说出自己的想法，好事才会降临。

孩子会提出自己的要求，而且不会为自己的所求而道歉。如果无法得到，他们就会想要别的。根本就不存在什么“失败”。

“失败”往往伴随着责怪。“都怪×××，所以我得不到想要的东西。”但生活就是这样，“失败”也是如此。所以，请继续一往无前地努力，努力，再努力。一切皆有意义。一切皆有意义。一切皆有意义。



16 寻求帮助

现在我们来讲寻求帮助。

复杂代数；透视构图；坐在早餐凳上并使凳子保持纹丝不动；绑个马尾辫；知道爷爷刚才含混不清地说了什么以及他想拿什么东西。当孩子无法做到这些事时，他们不会装模作样，担心如果要寻别人帮助，会有损自己自立自强的名誉。

孩子不会为需要别人帮助而感到恐慌，因为他们不觉得这是一件坏事。（正如我们之前说的，有需求对我们成年人来说也不是什么坏事。有需求，很正常！）就像喜欢研究订书机工作原理的孩子，他不在乎订书机的订书功能远比订书过程更重要，而且坚持要你分享你的理解。

或者，孩子会把这个任务外包，让你为他搞清原理。不过，有时候他只是想要把那些该死的文件订在一起而已。

寻求帮助时最关键的一点就是，当你提出请求时，没人会看低你。但你会害怕，不是吗？害怕承认自己不知道怎么办，而被别人“看低”。

特别是英国人，他们认为接受帮助就是给他人带来不便。但事实上，人们乐意提供帮助，为自己喜欢的人做了一件好事感觉真的很不错。

寻求帮助时，记住以下事项：

·仔细选择求助对象，诚实相告。如果他们确实是你认为的那种人，他们就会支持你。

·以自己最信赖的人为对象，练习求助，并逐步学会向不熟悉的“专家”求助。

·把求助过程当成一次实验，有助于降低求助的恐惧感。

·所有人都会向他人求助。

·寻求帮助不会让你变弱，而是让你更强。

·让别人帮助自己其实也是一份给予对方的“礼物”。人们喜欢挑战。想一下如果别人向你求助，你会如何反应。人们其实很想帮助你。

·像对待向你求助的朋友一样对待自己。己所不欲，勿施于人。

·巧妇难为无米之炊。想帮助别人，首先要照顾好自己。

现在让我们开启一场互助革命，就如同交换圣诞礼物，既要接受，也要给予。

首先，帮助别人，感受这种助人的感觉。助人就要真心实意，尤其是对喜欢空摆姿态的英国人。别做浑蛋。提供帮助的最佳方式是“应该如何帮助他（她）实现目标？”而不是“我能为你做点什么？”。帮助时少点“个人照顾”因素，求助者才会减少个人依赖。

求助时，描述实际问题而非情绪，这样对方可以有效地对问题给出更有深度的反馈。在向别人求助之前先帮助别人，可以让自己更加熟悉那种“一人有难，八方支援”的感觉，即使并非自己真的“有难”。

当人们为你提供帮助时，我们要明白，别人帮助一次就已足够。是你需要帮助，而别人没有义务继续跟进，这是你的责任。所以，如果你真的要在周一早上请吉尔帮忙把你的车开到加油站，你应该给她留张字条：“我们7点半加油站见，谢谢。”但是之后，无论是她答应此事，还是你自己开车，吉尔都没有义务继续跟进。

如今，寻求别人帮助的最好方式就是给对方安排具体任务。比如，一个孩子莫名其妙地要裁剪11000个纸片雪花，他绝不会在你问他“宝贝，我能帮你做点什么”之后，随意地指向一把剪刀。他会停下手中的活，再告诉你具体应该干吗——在雪花底角剪开一个小口，然后在上面再剪一个更小的口。他会教你如何剪开，等你做好后向你致谢。你会感觉很棒，因为你知道自己完全按他要求的做了。作为“剪开两个小口”的人，你出色地完成了孩子分配的任务。

不过有时，我们做得如此出色，向世界展示了我们有多么能干，以至于人们早早就不再向我们提供帮助了。或者说，是我们一开始就把别人的好意拒之门外，而且是自豪地拒绝。所以当我们想要求助别人时，往往会感到很羞耻（比如我第一次给我妈打电话求助：妈，我完了，彻底完蛋了。我很害怕，我需要帮助）。我们已然忘记了该如何组织求助语言，更不用说还要大声说出来。

如今我们惊叹于“相互帮助”，觉得它似乎是想象出来的概念，或是因承受巨大压力而产生的幻觉。但不要忘了，相互帮助真的存在。

希望此刻能给你提醒——人人都可以寻求帮助。

你可以对外求助。

你可以说“我不知道怎么办”，或者“我做不到”，甚至“我完全做不了”。

说出这些话无伤大碍。

“求助”不是一个糟糕的词汇。

写下可以帮助到你的事物以及你可以求助的对象。

可以帮助我的 物品	可以帮助我的 人



17 相信自己

孩子不知道什么叫作限制。对他们来说，一切都是机会无限。说出“我需要你”但对方尴尬沉默，这种悔恨的苦涩他们没有品尝过。人们不会跟婴儿说“你天生不是学数学的料”或者“只有0.01%的体操运动员才能登上奥运舞台”。少年不清楚信用卡违约意味着什么，少女也不知道忘记为经期做准备，届时会有多痛苦。成年的我们时刻铭记由亲身经历得来的负面经验，告诫自己种种的不可能。但是，假如我们有意忘记这些负面经验，再去工作和生活呢？倘若我们能像无所畏惧的孩子一样，是“白纸一张”呢？是否人生就有别的可能？

听着，在我看来，要在生活中做到这一点，无非有两种方式。

别人的方式和你的方式。

别人的方式早已经过各种尝试和检验，是安全的且能看到相应的结果。因为早已百试不厌、显而易见，所以别人的方式简单易学，可见易懂。人们喜欢你按照他们的方式行事，得到的结果刚好可以验证他们的决定，确保他们是正确的。所以他们会鼓励你：嘿！过来吧！水温刚刚好！

然而，“刚刚好”对你来说还不够好。

相信自己对自己的了解。足智多谋的你能够超越常规。所以，告诉自己：无论我做什么，我都会爱自己。明白吗？

不过，你的方式存在不确定性。没人尝试过，所以陌生，而人们讨厌不熟悉。一直以来，我们所受的教育就是无法承受赌注就不要去赌博，而尝试那些不熟悉的事就如同赌博。

但我们乐于看到孩子尝试新事物、新实验，哪怕他们搞砸。因为我们知道他们以这种方式不断学习。孩子一步一步成长为他们应该成为的人，是我们举起他们的双手，让他们自己去解决问题。

所以，请你也举起自己的双手。

当你在大众面前按自己的方式生活，这种与众不同会迫使他们扪心自问早就成功回避的问题：

“这种程度就行了吗？”

“我快乐吗？”

“如果我不那么害怕，我会怎么做？”

如果你不那么害怕，你会怎么做?

你要做的就是别再等待别人的“绿灯”。别再等待别人给你开具准许声明：“**世界特此准许你！你可以去做了！**”

准许爱自己的身体；准许大声宣布自己擅长的；准许（如何）去爱你所爱；准许多做这个少做那个；准许自己安排行程；准许自己掌控计划；准许说“**谢谢，但我另有打算**”。亲爱的，这些准许永远等不来。

准许是自己给予自己的。无论是准许疑问，准许探索，准许梦想，还是准许童真。

孩子总是不断地自我准许。他们全力以赴地用乐高打造建筑，拒绝拆除任何部分，因为这是“艺术”。他们想知道飞机的飞行原理、残疾的定义，他们想把零花钱捐给街角的乞讨者，毕竟这是做好事，而且家里还存了不少。

如果你需要额外的动力，请把本书作为自我准许的小贴士。你把它从书架上拿起，看到它的封面，知道它的思想，你脑中会传来一个小小的声音：“是啊，我赞同她的说法。”

人的上限取决于自身意愿，但大多数人不愿挖掘这种潜力。我们让自己保持渺小，隐瞒自己能超越平凡的真相，不愿施展自己的真正实力。

让我们活得伟大吧，怀着孩子般的热情和天真：“我爱妈妈，我爱爸爸，我爱自己。”

增加自信的一些方法

守护好你敞开的心扉——你所创造的一切都来自它。保护好你的心，它是宝藏。

我们不让孩子在上学前看电视，限制他们在网上观看的节目；筛选他们阅读的书籍，警惕他们结交的伙伴。

所以，也请留心影响你的事物。不要盲目接受垃圾信息。有意寻找能够激励自己的内容、体验和朋友。

了解自己为什么而生活——

问问自己的生活目标。

自己如何实现这个目标?

每天早上醒来，每天晚上睡前，想象最有成就、最为快乐的自己。呼吸“你”自己的感觉，想象“你”自己的模样。让想象驱动大脑，在不经意间实现愿望。

不断听到别人说“不”，不会把你怎么样。

总是听到别人说“是”，可能这个想法并无价值。

因为害怕而不敢承认的梦想：

____



18 学会放弃

孩子不会出于某种顽固的自豪而执着于某些事物或方法。如果这些事物或方法不起作用，他们就会放弃！

他们会向前看！

他们不会执着于这些念头！

自由自在，并不在乎什么是“放弃”。

如果在生物测验中不会做第六题，他们就空着，去做下一个；如果用生日时收到的乐高建造不了泰姬陵（Taj Mahal），他们就把一堆积木混拼，然后称之为“天堂里人人都拥有一只小狗的自由公主塔”。

如果孩子不玩娃娃而开始看书，或者厌倦了大富翁游戏，而开始玩“小狗与礼帽”的过家家游戏，放弃没用的东西不会让你“失败”，因为没有所谓的“失败”，还记得吗？

无论是你正在苦读的一本书，还是令你不满的理发师、婚姻、友谊或项目，甚至是一杯茶，如果这些人或物真的无法和你合拍，那你就不必与之继续。

有时，放弃是一种勇气，而这种勇气往往有助于让人们提升自己，从此不必与某些人与物在这个早上、这一周、这一月或这一年再继续共处下去。所以请停下，放弃。

这本书（或者你的一生）不在于要你对自身存在一直伪装出童真般的热情，以至于久而久之演变成某种所谓“现实”。需要假装的是你对生活的热情，直到你真正热爱生活。

这本书（你的一生）在于接受自身现实，哪怕有时真相令人厌倦。还记得我们之前谈到的吗？关于休息的？对，厌倦时，休息一下。

当我们陷入生活的泥潭，有时最好的办法就是不再继续前行。

而站在原地。

一个人的进步不总是向前冲冲冲，也可以是评估与回顾，对自我、对所得、对自己如今走到这一步的反思。

如果我们总是无法得到最想要的，也许它不适合我们。这种不适合或许不是永远，只是现在。有时我们想要一只蝴蝶，但只有先停止追逐，它才会轻盈安静地落在我们的肩头。

我们必须学会吸气与呼气，如同寻求与放手。

（我真想把这句话文在我的眼皮上。）

有时我们必须借助伤害、不满或不安——仔细听它们的声音，从而决定下一步的打算。停止或放弃某人某物一段时间，可以缓解这些负面感受，有助于找出让自己感觉良好的事物，避免无谓冒险，不然我们总以为忙碌就是美德。在停下一分钟之后，我们会意识到什么才是真实、健康、可以依赖的感觉。沉默中的我们更能听清那个指引自己的声音。

作家努尔·设拉子（Noor Shirazie）曾说过，如果经历过严冬的花可以开放，那么你也可以。

她说得对。我们必须为幸福而奋斗，最好的人生不只是快乐，还在于完整。

这就意味着自己必须为之奋斗，知道什么可以改变，什么只能保持不变，并坦然接受差距和差异。

有时，放弃一些人与物，就是我们最大的胜利。

我们不必为洒出的牛奶哭泣。把它擦掉，继而忘记。放弃不是性格缺陷。亲爱的，放弃不总是那么糟糕。

如果没人评判我，我会逃避做：

-
-
-
-

工作中，爱情中，生活中，
当你不知道下一步
自己该如何是好，
那就先什么也不做。
稍微等待一点点时间。
那些不知道、不确定的，
时间久一点，
答案总会自己揭晓。



19 无法快进的害怕时刻

带着孩子们看《捉鬼敢死队》（*Ghostbusters*）的时候，我告诉害怕幽灵的小六："是有点吓人。每部电影都有吓人的桥段。如果你害怕了，就坐在我腿上，或者闭上眼，等我告诉你可以了，你再睁开。但我们不要跑开好吗？吓人的地方一会儿就没了。"

我之所以跟小六这么说，是因为我们无法快进生活中害怕的时刻。你只能坐着，直到这种恐惧感一点点退却。事实上，在《捉鬼敢死队》这样的喜剧电影中，惊悚过后紧接着是搞笑桥段。你只要安稳地一直坐着，好运就会到来。

生活也是一样。

当你感到害怕，处于几乎山穷水尽的至暗时刻，此时你要做的是好好倾听。

你需要倾听爱你的人、你尊重的人以及自己那颗慢慢跳动的心。

你要明白，尽管害怕时刻可能会持续得比想象中更久一些，但终将结束。

把你的恐惧写下，对其使用"那又如何？"法则。"我担心这本书永远不会出版。"那又如何？"如果这本书永远出版不了，那所有工作都是白费功夫。"那又如何？"如果所有这些都是徒劳一场，那就证明我根本没有天赋，而我人生的全部意义就在于成为一位才华横溢的作家。"好吧，这只是我本人的问题。由于写作的缘故，我自认为自己"特别"，所以一旦有人认为我不是好作家，我就会觉得自己不再特别。

每当面对这种情况，我就写下来，以白纸黑字的方式对待这种恐惧。我发现，如果把自我价值寄托于外来评价，我永远无法感到满足。

我必须摒弃自我设定，脱离原有思维方式，承认自己记得很多人的生日，知道哪种戈贡佐拉干奶酪最配无花果，能够模仿迷人的澳大

利亚口音，而且非常擅长抖臀舞。这些才是重要的事情。因此，写作变成了我的快乐，是一段旅程，而非结果。我提醒自己，也以此提醒你，我们都有自我价值。

再次提醒：我们要做的是让自己感觉良好的事。

多做让自己感觉良好的事，少做其他的事。

你必须粉碎先入为主的观念和有关自己的执念、计划或者决定，让光透进来（如果这些观念、想法等不能满足你的话，那就完全放弃）。然后，全神贯注地在残骸中，从那些我们想要的碎片里，发现那些吸引目光的小小微光。

让我们目光聚焦于那一点点美丽微光，让自己相信这就是自我的价值与意义。

假装自己有重建自我的勇气，直到真正成为那个强大而不必假装的自己。

选择一个重点或者一个新的理由，清楚自己接下来无论如何重建，自我都会比之前更加强大。然而，重复一次、两次，哪怕1100万次。这样无休无止的自我重建会让你产生自己做得不对的错觉，但这就是人生。

感觉不适时，学着坚持一下，而不是选择快进，这样我们才能更加勇敢。现在回想起来，这也是我支撑自己当保姆的全部动力。如同孩子们向父母学习，我希望他们从我这里学到如何尽力照顾自己，自己的世界自己做主。

写下我的恐惧，并对它使用“那又如何？”法则

我害怕________________

是因为________________

这意味着________________

以及________________

我害怕________________

是因为________________

这意味着________________

以及________________

我害怕________________

是因为________________

这意味着________________

以及________________

我害怕________________

是因为________________

这意味着________________

以及________________

我害怕________________

是因为________________

这意味着________________

以及________________

成长不易。
永不停止。
永无尽头。
一切成长都是如此。
我们也是如此。

成长是一次狼狈
但美妙的旅行。
领悟旅行真谛，
才能旅途顺利。
旅行在于过程。
这就是人生。



20 不是一切都需要其他目的

不是所有事情都存在一个理由。

不是所有事情都需要一个目的。

小路易没有考虑建造沙堡会带来什么好处，也没有多想再加盖几个塔楼能有多少回报。他只想挖挖沙堆堆土。无论花费几个小时，只为看看这个沙堡！堆沙子的感觉真爽！

对孩子而言，没有目的一说。

一切的重点就在于事情本身。

活着就是活着。

暑假期间，身为保姆的我整天和她们待在一起。暑假一到，孩子们一下子没了家庭作业和游泳课，但每天还是得度过漫长的12小时。让她们有事可做成了我的新挑战。如同每位母亲或保姆一样，我很快发现让这些小朋友动起来的最佳方法其实很简单——做东西，比如做蛋糕、编舞蹈动作、采集花园里的树叶做艺术手工。即使是画个指甲，只要本着玩耍态度，再加一点有趣的口音，我们也能欢度好几个小时。

如果你想体验入迷的感觉，想要被自身生存焦虑之外的其他事物吸引，那就去制作，去创造。让自己沉浸在某种“只有我才能创造这个玩意”的乐趣之中。

其实我想说的就是尽情玩耍。

比如说，孩子们做的卧室家具镂花贴纸。老实说，我也可以花费几个下午的时间去勾勒床铺和橱柜的轮廓，然后小心地用不同颜色画出交叉阴影，再添加一些个人的细节。我根本不热衷艺术，但天哪，我真的喜欢自制镂花贴纸。整个过程如同冥想，当然更在于乐趣。

人类学家马修·帕里斯（Matthew Parris）讲述过一个发生在撒哈拉沙漠东南部的美丽故事。那是一个叫作阿杰尔的塔西利（Tassili n’Ajjer）、面积约3000平方公里的荒芜岩脉。但在几千年前，它还是一片植被茂盛的沃土，当地人在此打猎，居住在洞穴或岩石之下。每到晚上，他们就把自己的生活场景画在住所的石壁上。千百年后，帕里斯等科学家到此发现遗迹，了解到人们远古的生活方式。

当帕里斯和团队探访这些远古住所时，他们看到了布满岩壁的艺术品：长颈鹿、瞪羚，还有类似飞行员的人类。此外，他们还注意到岩壁上方有一圈红色的五个圆点。

之后，他们花了很长时间才弄清楚这些奇怪的红色虚线的意义：当你抬起手臂并尽量跳起，就可以触摸石壁的“天花板”，而红点就在那里。数千年前，那里的人们相互比赛，看谁能把指尖上的颜漆涂到岩壁的最高点。这些美丽的画作不仅记录了他们的生活，更是他们玩耍的生动写照。

在接受英国广播公司采访时，帕里斯表示，红点圆圈使他对这些数千年前的原始人类和他们所具有的玩性倍感亲切。玩性正是他们的人性——这让他的后背一阵发麻。

后背发麻的还有我。

亲爱的，你要学会消遣。

> “我们不会因为变老而停止玩乐，而是因为停止了玩乐而变老。”
>
> ——萧伯纳

我曾用心去感受玩乐。如果是去户外漫无目的地散步，我会穿着一件保暖外套，耳机里大声放着音乐，要么跳上矮墙边走边保持平衡，要么在博物馆台阶扶手或公园音乐台栏杆上玩滑梯游戏。如果是在家，我愿意花几个小时给所有绿植浇水，并把它们摆放到房子的不同角落。玩乐时，你会解开往往难以释怀的心结。玩乐时，你将摆脱成年人线性式的问题解决的思维模式，找到更好的答案。

重新整理内衣抽屉。首先取出所有衣裤，再整齐放回。经常望望窗外。用手指在沙地里画笑脸。玩乐帮助我们重启12岁后很少激活的大脑部分。在游戏中，我们在脑中建立新的联系，让人开怀大笑，激发灵感，并以全新方式激活自我。

倦怠期间，首先消失的便是我的玩性，但我当时脾气太过暴躁，竟丝毫没有注意，直到开始做保姆时才察觉。那天，我与孩子们跟着手机大声外放的歌曲，一起在厨房里跳舞。“天啊”，后来每当我回想这个场景，只觉得“原来我好久都做过这么有趣的事情”。

以下是我发现的一些让我冷静下来的玩乐方式：

·漫无目的地闲逛，但清楚自己不会离家太远。

·画画。我是一个糟糕画家，令人尴尬的那种。有时拿铅笔勾勾画画也是医生要求。但我不需要向任何人展示我的作品，画画只是一种感觉良好的体验。

·做饭。说实话，我也不会做饭，但我非常擅长招待。我能极富创意地布置桌子，介绍来宾相互认识，引导对话。这不都是为了让生活更像艺术吗？只有有正确的（玩乐）态度，一切皆是艺术。

·与动物玩耍。有时我会照顾朋友杰米的狗——一只骑士查理王小猎犬，大大的眼睛宛如茶碟。只要被带到公园入口，它就开始疯狂打转，因为它知道很快就可以玩追逐发声玩具的游戏。每当看着小狗奔跑的样子，我总会开怀大笑。当你看到这样一只黑毛褐纹、耳朵耷拉的小狗，边奔跑边绊倒着扑向一个网球时，你还会对这个世界愤怒抱怨吗？

哪些是你只是出于自己想做而去做的事？

比如，我想去户外，躺在毯子上，看看周围事物。我想拿根绳子逗邻居的猫。我想撕碎这瓶葡萄酒上的标签，然后拼接出各种傻傻的图片。我想亲吻。转圈。伸展四肢。

____



21 提问题

“为什么那个人只有一条腿？”“为什么那个穿橙色衣服的人当总统是一件坏事？”“为什么那位女士自言自语？”“这个小宝宝是女孩还是男孩？”……

有时，我们过于礼貌而不去向别人提问或者对问题视而不见。比如，人们对于轮椅乘坐者态度冷漠，以至于让后者感觉自己就像动物园里的动物。但是，我们宁愿对这样的态度大惊小怪，也不愿意简单问候一句：“请问，我怎么做才能最好地帮到你？”大家都拒绝提问，导致所有人都尴尬地出尽洋相。

不过，孩子就会出其不意地直接问到大人闭口不谈的问题。你不能不回答他们的问题，否则他们就会从学校里那个叫黛比的女孩，或那个教他们说“他妈的”的人那里，甚至网络的黑暗角落中得到“答案”。如果我们不回答孩子们的问题，他们长大后可能就会爱阅读不靠谱的《每日邮报》（*Daily Mail*）。

作为保姆，我常常得回答孩子们的问题。虽然一开始感觉不耐烦，但事实上正是通过这个不耐烦的问答过程，我才逐渐更加了解这个世界。伏尔泰（Voltaire）有句话说到了点子上：判断一个人，要通过他的提问，而不是他的回答。

我那个喜欢“查斯和戴夫”乐队的朋友丹是一名数学老师，同时兼修哲学。他有次告诉我，日本人过去常常用一种画有几何数学问题的匾额——“算额”来装饰寺庙。解决这些永恒的几何数学问题所带来的思维快感就像是冥想练习。这种非西方式的认识让他意识到我们身边还存在着可被发现的永恒。“这真是太美了。”丹说完，结束了这场“小讲座”。

我喜欢这种感觉——无尽的探索，最后得到解答。而这正是良好的对话给予我的感受——越发好奇、彼此联系、充满意义。

面对孩子的疑问，大人总是疲于解释。比如，为什么有时女孩可以穿“男孩”衣服，而男孩也可以穿“女孩”衣服。但究竟应该怎么去定

义“女孩”和“男孩”？这个问题让我不再去查手机或者胡乱给出一个答复，而是真正去满足一个孩子的求知欲。提出好问题，一方面既能由浅入深地扩展知识，另一方面也能拉近自己与别人的关系。事实上，我一直跟孩子们说不存在“不好的问题”，而且如果她们真的想了解什么，我保证永远不会笑话或批评她们。

所以，这也是男女约会（有时候）非常有趣的原因。正确的提问不但让你明白有些人不必再见，也让自己觉得略有所学。

在一次很棒的约会上，我试了试几年前很火的“恋爱36问”——就是你问一个可能发展关系的潜在恋爱对象一些问题。比如，**如果你可以挑选世界上任何人，你希望谁作为你的晚宴嘉宾？你想成名吗？在打电话之前，你会不会排练一下？对你来说，怎样才算是完美的一天？你上次唱歌给自己是什么时候？你是否有秘密预感自己会以何种方式死去？你最感激生活中的什么？**

这些提问教会了我如何更好地与人对话。如果提出的是“是或否”的问题，只会得到不完整的信息，但开放式问题却可以挖掘洞见。以“是谁”“是什么”“在哪里”“何时”“怎么办”“为什么”开头的这几大问题会引导人们思考回复，并且通过追问“为什么你会这么说？”或“为什么你会这么认为？”，我们更容易地探究这些回复。

扪心自问也是一种启示。向自己提出关于自我问题，常常让人茫然无措。

我口中那个爱我的男人能满足我的各种愿望吗？

我真的喜欢每年二月和朋友们一起去度假吗？

这份工作或许会让我大赚一笔，但我真的做出过什么贡献吗？

如果对于工作毫无贡献，自己是否有必要去在意？

这种蓝色涂料真的适合用在浴室吗？还是说因为已经花了200英镑请了装饰工，自己害怕浪费了钱，所以尴尬地说自己喜欢这种颜色？

我是否因空虚而暴饮暴食？

我是真的沉迷工作，还是因为害怕生孩子而转移注意力?

我真的喜欢孩子吗?

一旦提出这些疑问，你就会了解自己的价值观。一旦了解自己的价值观，你就不难做出很多决定:

关于自己的人生。

关于你与母亲的对话方式，或者老板如何对你。

关于自己忍无可忍的，或者自己无比渴望的事。

当你了解自己的价值观，你会为自己挺身而出，为自己骄傲，为自己的聪明喝彩，包容自己的缺陷。

我们都渴望得到如何才能生活幸福与爱情美满的神奇答案。但答案总是源于提问。提出问题之时，就是得到答案之日——因为答案意味着行动。

没有所谓错误的问题。只要是问题，都会解开了我们内心的某个枷锁。

写下不敢扪心自问的事

哪怕有点难为情，也在空白处写下自己害怕提问的事情。看看自己会怎么写，会有何感受。



22 反馈，并不可怕

说到提问，有类问题孩子们永远都会直接问你：“你喜欢我的……吗？”有天早上，我刚到孩子们家，小九就蹦蹦跳跳地跑向我：“劳拉！劳拉！劳拉！听听这首诗！”原来她想让我听她读自己写的一首关于“星期天早晨”的诗。天啊，我的内心唱起了歌。我不知道是因为这首诗写得太好，还是因为她自豪的模样，那天我哭了。

孩子们想要被认可，而你则需要给予他们认可。不过，如果孩子不喜欢你的反馈意见呢？他们聪明得很，首先花5秒钟时间“接受”意见，然后马上找到另外一个大人，再得到他们喜欢的反馈。

写作课上，我一直教导学生：你不等于你的作品。你的作品是艺术，不要牵涉个人问题。有时，你必须等表面“迷雾散尽”，才明白你的作品不是写给那些不喜欢你作品的人的。

总会有人喜欢你、你的作品和你的为人，但也总是有人不喜欢你。这就是为什么孩子会被聚会上某个特定的大人所吸引，或者在学校里被某个特定的老师所吸引。同样，婴儿要安抚时指定要这个大人而不是那个大人也令人费解。还记得社交媒体上很火的婴儿在美国总统集会上哭泣的视频吗？当时，没有人可以安抚那个宝宝，甚至前第一夫人米歇尔（Michelle LaVaughn Obama）也没有办法，但之后奥巴马（Barack Hussein Obama）过来抱她，她就马上不哭了，在场所有人都为此惊叹不已。

有时，与我们心灵相通的只能是与我们心灵相通的人，真是一个既简单又复杂的道理。

无论是与我们友好相处的人或者相处不洽的人，他们的反馈都很重要。反馈有助于我们成长，但其他人对你的评价，无论是好评，还是恶评，都不一定就是事实，因为这取决于自己是接受建设性批评或赞美，还是反驳恶评。这正是身为大人但又保持孩子心态的优势，选择自己所接受的意见。

伊丽莎白·吉尔伯特（Elizabeth Gilbert）曾在《奥普拉杂志》（*The Oprah Magazine*）上撰文并提出了四个问题，来判断“谁值得信任”。她说，有些浑蛋就是以“提建议”为借口来挖苦我们。众所周知，这些人会拿腔拿调地这么开场：“说实话……”或者“我不是有意把话说得那么难听……”

“说实话，你根本不适合留刘海，对吧？嘿！你不是要我说实话吗？”

“我不是有意把话说得那么难听，但我认为你不适合做演员。你需要B计划。我之所以这么说，是因为我关心你。”

“听着，我也是为了你好，你和他不在同一个层次。他是成功人士，人生赢家！你应该考虑居家一点的，知道吗？”

我也遇到过一些拿“诚实”当幌子，而去做出恶意评价的浑蛋。吉尔伯特总结出了“谁能评论自己人生”的四个标准：

1.我是否相信这个人的品位和判断?

2.这个人明白我的创意吗?

3.这个人真的希望我成功吗?

4.这个人是否能够谨慎并富有同情心地跟我说明真相?

如果你给予反馈的对象像我或小九这样敏感，那么最后那个标准就尤其关键。如果你的评价可能会招致对方的反感，你至少需要表达出善意。

反馈对于学习如何与外部世界和自我良好互动至关重要。反馈无法避免，但只要怀着孩子般的童真态度，反馈也可以成为意想不到的收获，不过前提是自己要选择如何接受反馈。

世界上我最信任的人是：

____

我不再和________________

分享自己的秘密。



23 怎么舒服怎么穿

无论你的舞会礼服多么闪闪发亮，你也不可能穿着这套礼服去攀上爬下。

孩子们穿衣服只在乎能不能方便他们去玩乐和冒险。就算当天碰巧穿着正式，为了玩乐和冒险，孩子们照样乱钻乱跑，就算最后衣服上挂满草渍，那也值得。

当你比周围所有人都要开心时，没人关心你穿了什么。内心的舒适源自身体的舒适，所以亲爱的，请穿松紧腰带裤和平底鞋。如果天冷了，就穿上外套。

不过，不要误解，我不是说外表不重要。我基本每天都风雨无阻地涂口红，因为红唇让我感觉良好。我也经常做手脚护理，在护肤上花费不少。毫无疑问，人们会做让自己感觉舒服的事，对我来说，就是拥有好皮肤和好指甲。

同样，我必须穿着让自己舒服的衣裤。裤腰不能妨碍我好好吃饭，上衣也不用经常拉扯，不然一个疏忽就可能暴露侧胸。我有一件漂亮的驼色大衣，不但收获Ins点赞，而且广受路人好评，但穿着这件外套搭公交实在遭罪。让人觉得难为情的同时，一举一动又显得滑稽，因为它太容易擦出奇怪的磨痕。穿上那件外套的我感到无聊至极。我的注意力全在外套会挨上脏脏的墙壁，而完全不在意身边的人跟我说了什么。这不是傻吗?

婚礼上，一个5岁小男孩穿了迷你版晚礼服，可爱的模样真是讨人喜欢。但悲哀的是，大人们告诉他不准跪在舞池里打滑，因为“你会搞坏衣服！”。我们不应该因为女孩穿了礼拜服就不准她们爬树，也不要每逢重要仪式就禁止小男孩进入舞池。

凯特琳·莫兰（Caitlin Moran）在一篇专栏中写到有次她的女儿盛装下楼去参加派对，但这样着装与聚会完全背道而驰。但凯特琳却说：“宝贝，你穿得看起来很舒服。”我明白她的意思。只有外表轻松自在，别人才能感受你的迷人与魅力。

毕竟在调整首饰、领口或下摆时，我们很难开怀大笑、用心倾听或者诙谐应答。

不过，我倒是认为舒适和时尚可以兼得，但我不是时尚博主，所以不要问我怎么做到。我只想说：舒适也很酷。当你感受内心的快乐时，你不必在乎外表是否华丽。

人们都说孩子不会有所保留。女孩想周二就穿芭蕾舞裙，男孩则想每周都穿蜘蛛侠装，直到大小不再适合。我真是爱死这一点了。哪怕是最小的小六，她都超喜欢“季风童装”（Monsoon Kids）的单品芭蕾舞短裙或连体衣。这两个款式都是她的时尚爆款。

在厨房桌子上写作之前，我会涂上口红，这让我感觉到一种仪式感。还记得我们说过的仪式感吗？关于为一切赋予意义。所以，假如你有一条公主感十足的裙子，也许是为了某个场合，但择日不如撞日，就把今天定为自己的“公主日”吧。自己决定，有何不可?

如果你愿意，还可以穿上时尚的高跟鞋或夹克。

生命何其短暂，为何不去尝试?

穿衣需要态度。人靠衣装，不要人被衣掩。

当我有如下装扮时，我觉得这就是在“做自己”：

·成套内衣

·红色口红

·定制西装上衣

·纯色系，比如从头到脚同一颜色

·有自信，有态度

你呢?

·

·

·

·



24 身体的快乐

我照顾的那些女孩子从来没对自己的身体有过什么抱怨。一次也没有。

第一次把小九带去公园时，我又一次被她感动到流泪（是的，又一次）。她对自己的身体及其机能怀着毫不掩饰的骄傲。一进公园，她就迫不及待地向我展示自己出色的爬杆技能：挂在栏杆上倒着做仰卧起坐，绕着杆子快速滑下，一个动作做完马上跳到下一个动作，让我惊奇肢体动作所带给人的童真乐趣。（而“童真”正意味着没有“大人限制”，不是吗？）

慢慢地，我注意到她还喜欢练倒立和跳蹦床，对自己身体做出的一个个动作乐此不疲。

获得这种乐趣丝毫没有“我必须掌握这个动作，不然我就是一堆肥肉”的心理压力。每次侧翻跳后再展示平衡技巧都是在展现自己灵活的手臂和有力的大腿。

对小九来说，发现自己还能做到其他事情，或者超越自己，挑战更多可能，就会让她感到非常兴奋。

但在我认识的成年人里，没有哪个女人能够体验到这种兴奋。当然，我也知道大家都有101个理由（比如浏览了那些不应浏览的潮流网站）。在这个有意让我们对外表自我感觉不好，而去花钱“整理”的世界里，欣赏我们的肚子、大腿和下巴成了一种革命性行为，但前第一夫人米歇尔·奥巴马、阿黛尔（Adele）和碧昂丝（Beyoncé）这些大码女孩真的让我跃跃欲试。于是，我开始在Ins上贴出自己身穿漂亮内衣或偶尔赤身的照片，并附上#劳拉·简#的标签，让自己学会去喜欢身体原本的样子。作为四肢粗壮、小腹隆起的L码身材，每次自拍就仿佛一次宣告“我就是我”的小小革命。这种尝试对我帮助很大，我意识到自己身体不在于反映自我价值，而是作为一种容器。得益于自己与小九的相处，我把自己身体的照片传上网，作为自己勇敢的尝试。

此外，我还开始记录小九的饮食。和其他人孩子一样，她喜欢甜食，但从不大吃特吃。小九渴望牛奶、奶酪以及香肠、汉堡之类的蛋白质，但她显然不是在网上读了多少篇关于如何“控制食欲”或“谨慎饮食”的文章后，才知道要满足自己身体所需。她早就做到了。作为没有子女的成年人，我之前以为小孩子吃东西从不知节制，除非生病了。这是看《查理和巧克力工厂》（*Willy Wonka andthe Chocolate Factory*）给我的感受。但事实恰恰相反，我照顾的女孩们都清楚自己什么时候已经吃饱了。

相反，哪怕我已经补充了一两次糖分，我还是可以吃掉一整盒巧克力饼干，因为我在工作时比平常更有食欲。担心她误解了我的笑话，我吃；收件箱堆满了邮件而倍感压力，我吃；还没给我哥准备生日礼物，我吃。担心、焦虑和过劳，我吃；吃，不仅是我奖励自己的方式，有时也是惩罚自己的方式。为了吃，我可以想出100个理由，但对于孩子们，她们的原因只有一个：饿了。那么不饿的时候呢？那就不吃了。世界上所有的果仁白巧克力都填补不了精神上的饥饿。

在很长一段时间里，抑郁症让我吃出了一圈厚厚的脂肪，不均地分布在下巴、手臂和腹部，那是我最胖且最不健康的时候。但我不介意，并且很高兴自己还能挣扎一下，再吃三块蛋糕也无妨。但与孩子们相处后，我打破了精神枷锁，尤其是想到小九，我就开始重新考虑锻炼。

我向自己承诺，不再把锻炼当作体重增加后的惩罚，或在Ins上说什么“汗水只是脂肪的眼泪”。再也不会。这只会让人无望且不快乐。相反，我会强迫自己去赞美我所能做到的。

迈上跑步机后，我发现原来自己比想象中能多跑几分钟。

我仍然可以像在瑜伽教师培训时那样伸展四肢。

我发现原来自己可以一周去健身房不止一次，而是两次，进而是三次。

每件小事都是一次胜利。但凡想到小九，我就把这些小事作为我所得到的恩赐，而非瑕疵，我觉得自己是身体的朋友和支持者，而非敌人。

我的身体，让我惊奇

我可以深蹲，因为我的腿比想象中更强壮。我的身体可以感受快乐。我的躯体能支撑大脑。我的手臂能抱起孩子。我的臀部能让我舒服地一直坐着写完了这本书。我的手指能让我一边吃着苹果或小柑橘，一边蘸罐子里的榛子巧克力酱。我的肚子除了可以消化食物，还能愉快地与别人的肚子发生碰撞。

正是因为我，我的身体才能完成这些“惊人”之举。

我强迫自己欣赏自身的每一个部分，而这个过程被我称之为“积善排恶”。

我第一次接触“积善排恶”得益于萨拉·威尔逊（Sarah Wilson）。她说，实现营养饮食的最佳方法就是尽可能多吃美味的蔬菜类食物，这样你的胃里就没有剩余空间再去容纳一汤匙浓稠的太妃酱，或者新鲜面包夹黄油。

其实，这也是一种身体自信。我必须尽可能多地正面思考自己体形大小和身体机能，这样大脑基本就不会产生对于自身的羞耻感或负面想法。

奇怪的是，我对自己越好，就越能欣赏自己的身体。

所以，请你写下自己身体能够达成的那些可爱而“惊人”的小小成就。越具体越好。如同小九一样，我们都应该尊重自己的身体。

____



25 “幸福”本是自然

孩子们能感受到幸福，因为他们每项需求都得到了满足：有人给他们洗澡喂饭，提供住所，安排计划。这还有什么不幸可言？

如果我们能够承认自己的基本需求并尽力去满足，那么我们自然也会感觉幸福。暂停一下，我们先来谈谈“幸福”的定义。因为，我不认为存在所谓的“幸福”。

在我看来，“幸福”就是一定程度的自我满足，所以我也更愿意称之为“满足感”。

那些最懂幸福的人明白幸福狡猾至极，把幸福抓得越紧，幸福越容易从指缝溜走。对我而言，幸福是一种安详的满足感，是并非一切都要“更高更快更强”，是理解一切皆有意义的顿悟。

或许我们可以从那些感到满足的孩子那里获得启示。比如，洗完热水澡后用毛茸茸的浴巾擦干身体，长舒一口气；美餐一顿后，满意地打饱嗝。如同父母知道和满足孩子的基本需求，我们也能了解和满足自己的基本需求。

我的一些基本需求包括：每天睡眠超过8小时，日常锻炼，每天给爸妈打电话（最好两个都打）。此外，我也希望写作时有一盏散发清香的烛光相伴，任何时候都一尘不染的房间，以及假期有出行安排，让我对摆脱日常有所期待。

以下这些可能是你的基本需求：

沉默

属于自己的时间

折算成“足够”工资的技能

向自己承诺一天结束后自饮一杯

向自己承诺一天结束后在床上躺成一个“大”字

橱柜里的绿茶

客厅里的鲜花

身体接触

阅读

参与工作项目

和最好的朋友约晚餐

狗狗的拥抱

干净的亚麻布

洗个热水澡

喝杯咖啡

我的10项基本需求：

1.________________

2.________________

3.________________

4.________________

5.________________

6.________________

7.________________

8.________________

9.________________

10.________________

你知道马斯洛需求层次（Maslow’s Hierarchy of Needs）吗？搜索一下。简而言之，马斯洛需求层次说的是人类的需求呈金字塔状，只有先满足金字塔底层需求，才能在高层实现自我（或者按我的话说，就是“更厉害”的需求）。

金字塔底部是人类最基本的需求，即食物、饮水、睡眠和温暖。对我而言，这些是最真实的基本需求。饥饿或睡眠不足，对我来说那种感觉仿佛世界末日。

那么，我们该如何尽可能满足这些最基本的需求呢？对于睡眠，我们就用之前谈过的睡觉冒险——早点上床，躺在柔软的床单上，有人有物可以依偎，让每晚睡觉都变成一次冒险。对于吃饭，自问什么食物最能补充能量，什么食物让自己心情愉悦？你吃什么，由你做主。不过，别因为了弥补别的缺陷而暴饮暴食。

值得注意的是，马斯洛认为性生活也是一项基本生理需求，所以你绝对有权决定以此释放压力，以应对下周到来的大任务。对此，我完全支持。

一旦满足了这些生理需求，我们就可以关注金字塔中层的心理和社会需求，即“安全”需求。例如，工作和收入稳定、人身安全、身体健康等。对于孩子，他们的“安全”需求就是一条舒适的毛毯或某个具有特殊意义的泰迪熊玩具。

再上一层是社会需求，如归属感、爱情和亲情。某天你没有好好吃饭，所以你对老公不理不睬，坐在沙发上时也没有心情去靠在他身旁。这是因为你的基本需求还没得到满足，所以你根本无法考虑社会需求。有趣的是，是不是只要来块奶酪三明治，你突然就想调皮地戳他一下呢？

在金字塔三个“基础层”之上，是我们的尊重需求和自我实现需求。一旦我们吃饱喝足，得到了休息和爱情，我们就可以考虑外界的认可、尊重和欣赏，就会开始关注个人成长，发挥潜力。

对于小六，你不会让她不吃不喝不睡觉就去上学，还期望她在乘法测试中拿A吧？相反，你会让她吃好睡好，并且在出发前鼓励她，告诉她她有多棒，相信她可以搞定测试。

所以，请善待自己，一层一层地“满足”自己的需求，自然就会感受到幸福。



26 触摸抚慰心灵

每个孩子基本都有这样一条小毯子。布料舒适，触感如丝，用它轻抚鼻子、嘴巴、脸颊和手臂，柔软可亲，抚慰人心。

每个孩子都还有一双毛茸茸的袜子或拖鞋、一个毛绒玩具，以及一双好看的毛绒手套。

基本上，孩子们总是有一些可以触摸的东西，因为触摸可以得到抚慰，而抚慰让人安宁。所有人都喜欢安宁。我们之所以热衷养猫养狗，就是源自触摸与抚慰人心之间的奇妙感觉……或者说，摸摸毛绒宠物的感觉实在太棒了。

事实上，我对触摸并没有太多可以说的，但在与孩子们的相处中，我惊奇地发现安全毯原来如此重要。

我最好的闺密至今仍保留着自己儿时的安全毯，而一些研究表明这种现象并不少见，很多成年人都还留有这件婴儿与母体分离后作为替代的“过渡性”毯子。

“旅客之家”（Travelodge）酒店在对6000名成年人调查后发现，35%的成年人承认自己与毛绒动物玩具一起睡觉，可见大众对“毛绒伙伴”的需要超过了人们一般预想。

《咨询与临床心理学杂志》（*Journal of Consulting and Clinical Psychology*）刊登的一项研究表明，通过测量对比血压和心率，那些带着自己心爱的毛毯或毛绒玩具去看医生的孩子，所承受的心理压力要小于那些什么都没带的孩子。有时，你甚至不需要拥有实物，只要知道它在哪里，就足以慰藉孩子甚至成人。拿我自己来说，9岁时，我摔断了胳膊，治疗我的医生送给我一只巨型毛绒玩具熊，而玩具熊“纳努”的名字就是取自它。如今“纳努”在我老爸老妈的房间里安安稳稳地坐着。只要我一想到它还在那里，我就觉得安心。

一只老旧的玩具熊或一件破烂毯子怎么能够如此安抚人心？对此深深着迷的我阅读了更多研究，发现其中的奥秘在于所谓的“本质主

义”（essentialism）。该理念认为物体不仅仅具有物理特性，同时也具有内在情感属性。比如婚戒，我们看重的不是戒指，而是其所代表的含义。对我来说，“纳努”意味着童真、安慰和治疗。

早在3岁时，我们就开始为物体赋予意义。一项针对3至6岁儿童的研究发现，有25%的儿童拒绝把自己的玩具与另一个一模一样的玩具交换，他们想要的是自己专属的、那个原来的玩具。而大多数选择交换的孩子很快又想换回来。2010年，一项研究表明，当成年人被要求剪碎珍贵物品的照片时，在这一条件刺激下，被试者皮肤汗液产生了显著变化。换句话说，他们感到内心不安。所以，我们喜欢这些具有特殊意义的物体，因为我们生而如此。这无伤大碍。

我们所触摸的物体是自己的延伸，并对其拥有所有权。让我们保留那些连接过去与现在的事物，追溯过去的自己，铭记一路成长的努力。

简而言之：永远不要放弃自己儿时的玩具。因为这个玩具，会让你变得更好。所有人都认为保留玩具的人是傻瓜，但所有人都是这样的傻瓜。



27 说实话

听到实话，我们的心可能会被刺痛一秒钟。论坦诚，孩子们童言不讳。

“我不喜欢这个生日礼物。”

“你穿那件衣服，显得胸很奇怪。”

“这里闻起来很奇怪。”

说实话就是解放自我，所以孩子们不用为编造成千上万个小谎言而受累消沉。他们没有必要找出周五晚上不去喝酒的借口，或者想出法子“丢掉”那条妻子为即将到来的假期给自己准备的难看的泳裤。他们几乎坦率对待所有事情，没什么大不了的。

大家都知道有些浑蛋，只要有人愿意听，他们就会习惯性地这么说：“我吗？我只是实话实说而已。”这些人往往朋友很少，他们给别人提出建议只是为了吸引注意，因为他们不知道如何面对脆弱的自己。对于这样的行为我绝不鼓励。

所谓的“说实话”，就是请对方信任你。

孩子们不会担心如果说了你穿那件很多带子的内衣，胸部看起来很傻，你就会不那么爱他们。这不是你问他们的吗？如果想要听到鼓励性评价，你应该换个方式问：“请你告诉我，我看起来很美吧？”你得明白，真诚提问才能换来真诚回答。但是，没关系！我们强调了很多次：这种情况不只是你一个人！

被骗虽因人而异，但是世人所能体验到的最为沮丧的感受之一。

小九最惹我生气的是她唯一那次撒谎。她没做我所交代的事情，而且没有说出实情。那天，她告诉我她已经把泳装和毛巾拿回房间，并晾在外面了。我直接问她：“你把它们晾干了吗？”她说是。两天后，在她准备再上游泳课时，我才发现泳装和毛巾仍然皱皱巴巴、湿湿润润地塞在她的包里。

“首先！”我吼道，声音因愤怒而颤抖。“等下上课的时候，你身上的味道闻起来就像是一条淋湿的小狗。因为你没有晾干衣服，所以大家都会把你当成一个发出奇怪味道的女孩。现在你只有拿湿毛巾擦干身上，不过这肯定不怎么舒服！”我慢慢进入正题。“宝贝，更要紧的是，当时我问你晾衣服了吗，你说晾了。你看着我的眼睛说你做了一件自己没有做的事。所以，以后每次我问你什么事，我都要再检查一下你是否说了实话。宝贝，这种感觉太糟糕了！我觉得我们应该更加互相尊重。”

的确，我的话有点说重了。但我一直以来都那么相信她，因为她总是那个随时准备就绪的孩子，不仅准备好所需的一切，而且脸上还挂着笑容。不过，无论如何，她的小谎言真的伤害了我。之后，我又补充了一句：“宝贝，我从来没有骗过你，一次也没有！”好吧，这句话可能有点假了，但却让我反思：我还说过什么其他谎言？

虽然我们无法控制别人对我们撒谎，但我们可以控制自己少说假话。如果哪天有点心如死灰，而别人又问起“你好吗”，那么“很好，谢谢”的答复也是一句谎言。

但是，说出真相，又会怎么样呢？

你完全有权拥有自己的想法并发表意见！

感觉不舒服就要说出来。如果你坚持不说，喉咙也会报告你胃里的翻腾。

如果不能说出来，那就写下来，方便对方接受真相。但无论以何种方式，都须带着爱和同情来表达。当对方的怒气烟消云散，他就会明白你是怀着最大的善意说出了最难启齿的真相，而这对于他理解你的用心至关重要。

所以……

不要说谎。

真不值得。

你不值得去承受说谎后的压力，也不值得让对方拆穿谎言后去承受你的背叛。

你得知道，湿泳衣和湿毛巾总是会被发现的。

有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常
有想法、有需求、有梦想，很平常



28 活在当下

你把“今天”照顾好，“明天”自然对你不薄。尽管很多事情可以等待，但想吃甜点或者与人拥抱时，要的就是现在。生活也是如此，把握当下才是人生的关键。

大多数对现在的干扰都是源自“过去”或者“未来”。比如，本应写好了回信或者回复了电邮，但实际上没有，于是回信就变成了一件来自“过去”的烦心事。

待会儿要和谁谈事，等下要去跑腿，跟着还需完成的事项……这些都是来自“未来”的干扰。

然而，关键的是，当下。

无论是看着孩子们在美术课上画画涂色，还是她们拿着“美国女孩”（American Girl）娃娃玩“购物日”游戏，都是一种奇妙的体验。我有时会花十几分钟看着小六整理“家具”，因为我们要在一起过家家。其实，成年人也完全可以集中精力，只要我们深呼吸，清除杂念，一心一意投入手头的事。我和最好的闺密把它称之为“吃大象”。吃掉一头大象的唯一方法就是一次咬一口，然后集中精力咀嚼。

只有沉浸在当下，视野才更加清晰，感受才更为深刻。

人所有的创造力都是在“当下”迸发。无论是想法、信念与期望，它们的意义都在于当下。

想参加马拉松，你要做的就是训练，马上。

想写一本书，你要做的就是打字，马上。

想做任何事情，你要做的就是此刻，马上去做。

在我看来，吸引力法则（The Law of Attraction）至关重要，因为人生只有有所聚焦，才能有所展开。

关注此刻的快乐，快乐会延续。感觉良好的你对此刻充满期待，那么此刻就充满希望。如果没有期待，那就没有希望。就是如此。

我们的生命一分一秒在流逝。无法倒退，无法快进。但孩子们对此毫无压力，因为他们能把握当下。

人们总会谈起担忧，而担忧总会扰乱现在，使得当下难堪，产生更加负面的体验。

或者，问题无一得到解决，我们就会感觉更加悲惨，而悲惨现实又会加重当前的苦难。

你越担忧一个问题，这个问题就会越严重。

你无法通过担忧来减少担忧。人要担忧起来，越担越忧。因为担忧会滋生更多担忧！所以，我们必须现在把它扼杀在萌芽状态。

就现在。

以某种最恰当的方式意识到不必为过去或未来自寻烦恼是一种解脱。我们不是非得超前忧虑才能过好生活。我们唯一要做的就是让自己在此刻感觉良好。无论你担心与否，该发生的终将会发生。所以，大可不必自寻烦恼。让自己释怀。

你当下所处的这个时刻，都有哪些美好?

____

珍惜拥有
活在当下



29 知耻而学

我对后天形成的羞耻感充满了好奇。除非大人出言提醒，否则孩子才不会对自己想要的、如何得到自己想要的，以及自己的身体、想法、愿望和梦想，产生任何羞耻感。

还记得那年在意大利，我在英语夏令营教过一个叫乔治娅的小女孩。这个6岁的孩子下水玩耍一阵后准备上岸换衣，但发现不知什么时候弄丢了紧身裤。

“没关系。”她很坚定地说，说完便只穿着T恤和短裤就坐了下来，向我证明6岁以上的孩子都会这样做。

羞耻让人痛苦。

羞耻使我们相信，我们的感觉、信仰和行为，都是错的。

羞耻同样会造成生理不适。我们会脸颊绯红，腋下刺痛，浑身紧绷，不知所措，恶心反胃，口不能言，而且羞耻感还会源源不断从心底泛出，让人真想找个洞躲进去。

说实话，我耻于当保姆。由于害怕尴尬，我怯于告诉别人自己其实沉迷于这份工作，为了照顾别人家的孩子，我甚至把自己挚爱的写作抛到一边。因为那些无法与孩子相处或者教育孩子的人，不知为何总会“瞧不起”保姆。因此，我就认为通过做兼职保姆来获得一段时间休息的作家，不能算是成功作家。但这不是很傻的想法吗?

我们大多数人都愿意并且能够以整体性的眼光看待别人，但不愿也无法看清自己。

我们愿意接纳他人的脆弱、怪癖、人性，但很难接受自己的不完美。

在我看来，我们其实是生活在一种依靠羞耻感来防止现状改变的文化之中。身处这种文化，我们会感到自我仿佛形同虚设，不是吗?

羞耻以对话开始，却以独白结束。我们在自我想象中不断自我告诫：我们做得不够，别人也是一样。

羞耻感完全是后天形成。无论是蹒跚学步的小孩子对着烤箱门上玻璃镜面中的自己手舞足蹈，或是少年当众倒立，还是6岁的乔治娅没穿长裤也能四处走动，孩子们的各种行为完全是跟着自己的感觉走——碰到趣事，他们大笑；需要关爱时，他们哭泣。但随着年龄的增长，我们会被告知什么才是有礼貌，怎样做才能为人接受，将自己陷于自我规范的心态，永远把自己的行为标记为“好”或“坏”，并以此自我批判。

羞耻是一种强制遵从。我们耻于追求自己的梦想与爱好，被迫在真实自我之外的阴影之中苟活。

然而，在内心深处，我们清楚自己过得并不真实，但似乎也没有其他出路。我们隐藏自己的天赋，认为世界对此并不需要。

但是。

但是，我们应该欢唱“内心的歌”，不应该因为自己是谁而羞耻，不应该为自己总是“感到羞耻”而羞耻！为自己感到尴尬而尴尬？天啊，这简直就是“玄学”！绕来绕去。

不过，不必搞得这么“玄学”（哈哈，我本人真的很“玄学”）。当你开始忠于自己，判断自己是否需要“感到羞耻”时，你就真正拥有了自己的力量。

我不是说你得把改变整个世界视作己任。

我的意思是，当你为“做自己”而骄傲，不为自己的欲望和希望而羞耻，你将会一往无前。

当你不再为自己的欲望和希望感到羞耻，你可以改变自己的世界。

丢掉羞耻，获得完整的内心世界，开始无边无际地探索吧。



30 过道上的舞者

我还记得那个在“美国药房”（American pharmacy）里的过道上跳舞的小女孩，那是我见过的最快乐的孩子。但她的妈妈却叫她别跳了。尽管过去多年，但我从来没有忘记这件事——大人叫孩子不要玩耍。那个小女孩没有影响他人，她只是自娱自乐！傻傻可爱，自由自在！愿我们都是过道上的舞者。

我想，应该是妈妈觉得难为情了，但孩子却毫不在意。这种难为情让人感觉似乎外人都在看着自己、审视自己。尽管我们可以对此理性分析，明白根本没人在意自己，但这种注视感仍好似一束聚光灯打在了我们身上。

为了避免这种难为情的感觉，我们必须提醒自己，别人真没有如我们担心的那样看待自己。就像在泳池边穿着比基尼，你很快就会发现没人盯着你的肚子、大腿或者感到尴尬的部位。因为大家都在注意自己的肚子、大腿以及其他自觉尴尬的部位！

当我们担心别人会证实自己的负面想法时，我们也会产生这种自我意识。所以，刚才那个妈妈指责孩子“丢人现眼”，可能是她担心别人会暗地指责她是个三心二意的母亲，没有足够关心孩子。她很可能担心有人证实自身的负面想法。这就是自我意识。

如果有人叫我们“蓝香蕉”，我们会耸肩了之，因为知道这毫无根据可言，所以根本不会放在心上。但如果有人说“你没有双下巴的话会更好看”，我们也许就打算减肥了。之所以我们会对此认同，觉得减肥可行，是因为我们看到金·卡戴珊（Kim Kardashian）自拍的上秤照片，知道她的体重，而我们比她重得多得多，因此我们会认为对方说得对，继而赞同这个消极想法。所以无论是“蓝香蕉”，还是“双下巴”，我们都需要在精神上对其“耸肩了之”，不屑一顾。此外，我们也不应该“厚此薄彼”，毕竟它们都不是事实，哪怕减肥更有可能是真的。

自尊健全的人不会根据外表或感觉来评价他人。

尽管自身存在诸多不足和缺点，我们所应追求的是无条件地接受自我。而且自我意识让人倍感压力，谁也没有必要去承受这种让人失控的巨大压力。

如果有人清楚地表达了对你的负面看法，下次试着这样回答：“嗯，我从来没有这么想过……”然后就此打住。你不必去认可他们的“指责”，你可以让他们觉得自己是个“浑蛋”，因为他们只是想把你拖下水而已。

以下是接受自我的几个要点。只要愿意，你也可以鼓起勇气在过道上跳舞！

接受自我的几个要点：

1.自我意志

当你主动决定以孩子式的自我接受，而非自我仇恨，作为自己想要的生活方式，你的心理模式将从敌意和责备转变为宽容、接受和信任，并意识到自我厌恶无法带来令人满意的生活。当你决定接受自我，每天早晚告诉自己要接受自己，无论优缺点。假以时日，这种逐渐形成的连锁反应，可以让你过上更为平和的生活。

2.扬长避短

如同在海滩上捡卵石，我们总是记下自己一个个缺点，看似对人无害，但我们却为其所累。我们执迷于“自己一无是处”的剧本，忘记了自身的价值与意义。对此，我们要做的只是清除“杂草”工作：有意识地和有目的地在脑海中或在纸上，甚至与专业心理治疗师一起自我告诫：“我有所擅长”“我至关重要”。

3.选好同伴

人们对自身的感受会直接受到身边人的影响。比如，在你的人生中，是哪个浑蛋说你有双下巴？对此，我建议你可以“自由抒写”，即在笔记本或空白的Word文档中诚实地回答：

谁在负面评价我？我在负面评价自己时，谁在添油加醋？我为什么允许他们伤害自己？难道是由于我怯于选择不同的人生，所以他们只是在替我“唱白脸”？

一旦除去这些生活中的“杂草”，决定应对旁人的负面评价，或与他们保持一定距离（比如，简单地说一句“和你在一起感觉不太舒服”），你便可以开始专注于让自己感觉良好的事物。如果有人让你感觉良好，你可以花更多的时间与他们相处。

4.原谅自己

我们所能做出的最佳决定只能依据当下掌握的信息。所以后见之明往往都是马后炮，毕竟形势瞬息万变。我们要提醒自己，履行自己当时的决定已是最好的结果。这是自己所能做到的一切。

5.接受自我不是退缩

其实，接受就是放下过去和我们无法控制的事情。如此，我们才能把注意力集中在可控的事物上——这就是自我赋权。不过，你知道吗？有时我们根本做不到。所以有时假装能做到是个很好的选择。我们是可以假装拥有自我价值，直到自己全心全意地相信它的存在。记住，接受自我是一个长期过程。我们必须反复练习爱自己，这不是随随便便就能实现的。

我克服过的人生难题：

____

在我的人生中，我建立了哪些美妙的关系：

____

我的人生因为他们而美好:

____



31 梦想远大

梦想远大。这个话题又回到了“限制”，但答案就是不要给自己设限。为什么开出租车的你不能在周末从事滑冰运动，或者作为便利店主的你不能设计狗狗项圈？苹果公司创始人史蒂夫·乔布斯（Steve Jobs）总是建议人们不只要有梦想，更要梦想远大。孩子们对此一清二楚。小九梦想开一家名为“真实故事”的宠物商店，还给我看过非常详细的商业企划。这个宠物狗店里陈列着她为每只狗狗撰写的狗生故事，顾客可以阅读故事，选择购买相应的狗狗。此外，这个宠物店还有完整的配套产品生产线。听完，我开始问她物流问题以及怎样才能在几个月内写完所有的故事，不然这个店每年肯定只能卖出几只狗。她看着我，露出一副似乎我疯了一样的表情。“会有写作团队负责，”她不屑地回答，“我本人只负责室内设计。”

梦想远大，需要我们怀有激情和远见。面对相同的事物，人们会根据自身视野做出完全不同的判断：有人看到问题，有人看到机遇（还记得我们说过的即兴人生吗？）。

梦想远大需要勇气。你可以勇敢地提出将团队下个季度的销售目标提高15%，或者“把我们的产品卖给全国15到21岁的消费者”。胆大也要心细。与其说“我认为这不可能”，不如说“如果有可能，最后期限是什么时候”。

远大的梦想简单明了。你必须能以一句话向自己和其他人（在你准备好向别人说明的时候！）说清自己的梦想，否则这个梦想就过于复杂。

让自己幻想理想的生活，让它扎根于你的脑海，直到你能够实现它。理想的生活不会一蹴而就，但如果想要实现梦想，你必须要先拥有梦想。

15分钟的幻想

15分钟，无拘无束地想象一下：你想拥有什么、想成为什么以及想做什么。

抛开所有已知的现实，尽情幻想自己享有无尽的时间、金钱、教育、经验、朋友、关系、资源以及其他能帮助你过上理想生活的一切。

如果你潜力无限，你会为自己创造什么样的生活？

当然，我们之前说过不要担心未来，只考虑现在。但在接下来的15分钟，请尽可能详细地想象距今5年后，甚至一年后你的生活是什么模样。你对自己未来的健康、幸福和财富的想象越清晰，你就越能方向明确地向这些目标迈进，即使以后你再也不会去想这些事情。事实上也不要再去幻想，对此执迷。

只在接下来的15分钟幻想，然后回到现实。

还记得当年在意大利，我在那个设在修道院的夏令营里教当地孩子英语，我让他们给未来的自己写信。看着孩子们的信，我既感叹他们的野心勃勃，又觉得想要保持童真的他们又是那么可爱。其中，有个男孩写的是前一天晚上我们吃晚饭时看到的一颗星星，写出了无尽的诗意。他在信中写道，希望未来永远不会忘记看到那颗星星悬挂天际时自己心中的敬畏感。这样，长大成人的他就不会因为生活的重压而忘记仰望星空。面对生活压力，这个孩子的解决方案如何？记得仰望星空！

当你目标明确，你便更加自信，相信每走一步都是在迈向正确的方向。当你思考未来，又活在当下，你会更为积极，更有动力，更有决心在每时每刻活出意义。相比未来，活在当下更加容易。

人们倾向朝着主业和个人目标、梦想、形象、愿景的方向迈进，因此让自己梦想远大会提升人的自尊。

写下你绝对可以实现的梦想，列成梦想清单。不用自我审查。没人知道这个清单，也不需要任何人评判这个清单，包括你本人。不要考虑你写了什么，只管做吧。

列出目标清单后，选择其中一个小目标，然后今天就迈出小小的一步。梦想远大，但始于足下。

我要实现的小目标：



32 责怪他人没有错

在记者德卡·艾肯黑德（Decca Aitkenhead）的个人回忆录中，有个章节让人动容——她必须向儿子解释为何他的父亲在海上溺亡“不是任何人的过错”。但之后一位心理学家告诉她，要孩子去接受“不是任何人的过错”的解释实在太难了。所以，德卡解释，这是大海的错。孩子对此表示理解，他的情感也得以有处宣泄。孩子接受这个解释并立马释怀，是因为他可以去责怪某人某事，从而会向前看。

作为成年人，我们常会因为太过随意、顺从或者无所谓而陷入困境，哪怕有时一切真是由别人的过错引起的。其实，我们完全可以责怪他人，从而继续前进。责怪他人完全无可厚非（就像人会生气、有需求或者想要被爱）。

《哈利·波特》的作者J.K.罗琳（J.K. Rowling）曾说过，一个人不能老大不小之后还为自己的出身而责怪父母。没有哪个孩子是一张白纸似的来到这个世界，因为从出生那一刻起，我们就已继承了父母过去的人生，得到了他们的爱，背负了他们的思想包袱，承担了他们曾失去的。这种继承本质上无所谓好坏，人生如此，人人如此。作为我们幼年时的精神导师，父母往往尽其所能，指路灯般引导着我们。但我们就像海绵一样，吸引了太多他们无意识散播的思想包袱，而随着年龄的增长，这些包袱逐渐影响着我们的世界观。

对于下面这些思想包袱，你可以责怪父母：

·对美好婚姻的幻灭

·过分完美的婚姻理想

·迫切渴望接受学院派的系统教育并最终获得文凭

·带有偏见的政治观点

·不信权威

·迷信权威

·害怕偏离常规

·有关宗教的一切

·个人偏见

·厌恶小孩，或者认为没有孩子，人生就不完整

·不良饮食习惯

·无法独立

·过于独立

·没有别人的建议就无法做决定

·缺乏经济基础

·基因不良

上面这些包袱还可以列出很多很多，但关键点只有一个。我们必须承认自己偏爱油炸食品、同情英国前首相撒切尔夫人以及害怕做出承诺都是“遗传”于谁，然后决定原谅他们，自己担起责任。有些创伤或问题可能是别人的过错，但我们有责任去“修复”和解决。

原谅父母。

原谅自己。

向前看。

如果你想责怪该死的大海，那就责怪该死的大海。然后再问问自己：现在知道是谁的错，我应该怎么做呢？（见“原谅之类的”一节）



33 真心微笑

碰到有趣的事物时，成年人往往会憋笑，但孩子们一般忍不住。如果有人放屁或谈论放屁时，孩子们会放声大笑，而且他们还对各种笑话乐此不疲。我照顾的那些小女孩喜欢听别人用美国得州口音讲笑话。在她们看来，世界上最搞笑的事情莫过于比赛谁能夸张且表情又故作严肃地对口型假唱。谁先笑了就输了，但女孩们总是笑个不停。

我们成年人喜欢“扮酷”。为了“酷”，我们说蠢话，乱穿戴，做傻事。让外界决定我们应该做什么、看什么以及成为怎样的人，真是他妈的糟透了。

为了“酷”，我们置真实生活于不顾，误以为外界会欣赏我们的“酷”。结果，当我们想笑的时候，我们不能笑，不然就不酷。

耍酷扼杀了生活的真实。

耍酷扼杀了我们的本性，抹去了生活的“活力”和“真实”，疏远了人际关系和人际交往。

热情和渴望能激发人们开展新活动，促进大脑神经元运动，带来正能量的言行举止，继而吸引他人。所以“扮酷”最大的副作用就是压抑热情。

和孩子们在一起让我体会到放声大笑真的会让人上瘾。原来大家都喜欢与放声大笑的人、表达喜悦的人、咯咯傻笑的人待在一起。这就是为什么人们总提到大明星詹妮弗·洛佩兹（Jennifer Lopez）的笑容。因为看着她纽约布朗克斯区（Bronx）式的可爱笑容，让人就想逗得她笑个不停。

笑能振奋人心。

笑是人们年轻的源泉。

笑是世上最好的灵药。

评判别人，自己失控



34 你很特别，其他人也不普通

我们之所以爱孩子，是因为他们让我们感到一种存在感。我带的那些小女孩对我的注意完全超出了我的想象。她们知道，哪天我穿黑色衣服，就是要回家写作；哪天我涂了口红，就是要去市里开会；如果哪天下班后我穿了“尖尖的小精灵鞋”，那就是要去约会，而且她们还会在第二天吃早餐时问我约会情况。

我有次听到小九跟她妈妈说起我，小女孩她一字一句回忆起某天下午我和她之间的闲谈，还不停说“劳拉说过”“劳拉说了”。我还真的不太明白她为什么会这么崇拜我。

小九有时会悄悄跟我说：“我们今天可以过‘天酬勇士节’吗？”她知道这是我和她之间的小秘密。即使在我无暇自顾的日子里，女孩们也还会记得。

当孩子与你四目相视，爬上你的大腿，似乎就在那一秒，这个世上只有我们和他们存在。

如果成年人也对每个与自己接触的人都产生这种感觉，那又会怎样呢?

“有魅力”是一种让自己与对方都感觉良好的能力，它使对方感到受重视，得到倾听、注视与理解。有人懂你是一种微妙的感觉：他们不一定完全同意你的观点，但却让彼此感到被尊重。

想想你所认识的那些魅力十足的人。你微笑时，他们微笑；你皱眉时，他们皱眉；你点头时，他们点头。他们以简单的、非语言的方式与你共鸣。他们不是在拍你马屁，而是真正融入你的话题，跟你保持亲密。

我之所以喜欢有魅力的人，是因为他们不怕向你表露自己的弱点。没人喜欢那些没完没了地炫耀自己成就的浑蛋。有魅力的人与你交谈时，他们付出了真心和诚意：“哇，《卫报》（*Guardian*）跟你约

稿啦？这么多年我一直都没成功，我很好奇你是怎么搞定那个编辑的？！”

有魅力的人通常和蔼可亲。即使怀有不同意见，他们也倾向于以“我们都同意这一点，所以分歧就是在于那一点”的方式表达观点。唱反调很容易，尤其是指出别人的观点或建议中的缺陷，但要推动对话朝着正确方向发展，让每个人都觉得自己有所贡献，就得采用“即兴”技巧：“好的，那么……”

接下来这一点或许有点争议。有魅力的人也善于使用肢体接触。

伸手触碰对方手臂或肩膀可以强调你的观点，并展现出那种放松的感觉，既吸引人心又令人安心。

当你了解到别人做成了某件事情，可以问问他为什么要做这件事、如何做到的以及做成之后的感受。

或者，就对方提到的某件小事，不断深挖。

大部分人都想谈论自己，只要给他们机会。

我曾经看过一个采访。受访人认为让人们开口的最佳方法就是对他说：“哇，这是你做的？这事听起来就很难。”这么说是因为所有人都认为自己的人生艰难。一旦“人生艰难”的想法得到肯定，他们的“话匣子”也就可能安全打开。

对于谈话对象，充满魅力的人会先去了解想要知道的一切，这会让对方感觉自己备受重视。所以，下次与人聊天时，请保持先“了解对方”的好习惯，就如同女孩们会把我穿的鞋子与当天约会联系在一起。通过倾听让对方感受重视。对我而言，这就是与人相处的黄金法则。

接下来5分钟，为了让他（她）感觉特别，我准备：

____

今天，为了让他（她）感觉被理解，我准备：

____

本周，为了让他（她）感觉重要，我准备：

____

今后，为了让他（她）感觉被爱，我准备：

____



35 做自己的英雄

在孩子告诉大人的所有故事中，他们都是英雄：是他们的建议拯救了世界；是他们的灵机一动促使团队赢得了比赛；是他们的建议让他们脱颖而出。那么，已经成年的我们为什么不能继续成为自己人生故事中的英雄呢？小十一甚至还告诉我，要不是因为她，这些故事就永远不会发生。我们很多成年人宁愿安心做个最佳配角，但孩子不愿扮演配角。他们要做自己的超级英雄。

英雄是行动派。成年人会告诉自己需要等到准备就绪，时机成熟——对，没错，时机就是现在。

等待一切准备就绪往往意味着永远无法准备就绪，因为根本不存在真正的万事俱备。

法拉·格雷（Farrah Gray）曾说，为你自己的梦想奋斗，否则别人将会雇你去实现他们的梦想。

而且，实现梦想必须是现在。

想去巴黎，那就真去一次，而不是转载别人的旅游照。

不要等到鼓起勇气才行动。谁知道究竟什么时候才能鼓足勇气？

勇气是在追求梦想的过程中获得，是在行动中体验“天哪！我确实在努力！我真的在不断尝试！”的感觉。

直面心中恐惧，向它展示自己才是生活的主宰。反抗恐惧，才能克服恐惧……只有这样不断练习，才能战胜恐惧。

英雄完成了超过人们想象的壮举。英雄打破了四分钟跑一英里的不可能，英雄建造了汽车，英雄在思绪不宁的抑郁心境下起床给自己泡茶。英雄让电脑走进千家万户。英雄一步一个脚印地攀登自我怀疑之山，为自己挺身而出。

决定成为生活中的英雄就是给自己指明奋斗目标。每天早上醒来，我们总得思考一下起床的意义。想好你的“起床目标”，把它作为你的人生信条。如果必须打破一些常规来实现目标，那就更好了。毕竟成就伟大事业就必须去挑战普遍认为的事实。

英雄不是十全十美。做自己生活中的英雄不是说不再感到悲伤沮丧，而是去了解如何利用这些情绪，实现更伟大的目标。

成就他人，成为团队的一员，但或许也会得罪别人！你不需要在实现目标的同时又得到所有人的喜欢。但如果你想两者兼得，那你可能需要努力磨砺自己的某些“棱角”。与那些世界观不同的人相处才能更理解芸芸众生。相比顺风，逆风才更适合飞翔。

做自己的英雄，坚持不懈。

你必须坚持下去，哪怕艰难险阻，困顿身乏。因为只有你清楚是否值得坚持下去，或者放弃才是更好的选择。如果你想出版狗狗的故事，再开一家配套宠物店，那你得听取很多人的意见，而不只是我这个多疑的保姆。如何才能坚韧不拔？光靠鼓足勇气吗？英雄遇到困难，靠的是找到解决方法。

英雄从来不是一蹴而就，而是一直在努力成长。学习，精进，行动。

英雄在成长中寻找快乐。没有苦功和行动，天赋毫无价值。学习规则，才能了解如何打破常规。

好消息是，当英雄们不够完美的时候，他们才有可能变得更好。所以，你要接受自己的缺点和不完美。英雄们往往也都是平易近人的普通人，并且乐于分享自己的成长过程。这就又说回“坦诚”的问题了！不用谢。



36 伤痕是荣誉的勋章

她在沙发上练习倒立时支撑不住倒下来，手臂磕到一个魔方，于是留下了一道疤痕；他刚出生时经历了一场紧急手术，于是肚子上留下了一道疤痕；她的额头有些肿起，留下了一道哈利·波特式的前额痕迹。

对孩子来说，疤痕并不是耻辱，而是表明有事曾经发生过，他们想告诉你整个故事的来龙去脉。

美不是面容的完美无瑕，也不是情绪的波澜不惊。纵使切肤之深，疤痕的意义也远不只是一道伤口。受伤或者愈合都有其意义，而美就在于受伤和愈合之间优雅的平衡。疤痕越深，越能展现愈合能力之强。

活过并有伤痕证明——这便是人生之美。

每道伤痕都是一个故事。

道道伤痕如同往事的经纬，刻画出曾经的人生。

生存是艺术。

生活也是艺术。

奋斗更是艺术。

伤口需要慢慢愈合。没关系，我们尊重愈合的过程，只为成为全新的自己。倒下后重新站起的我们会更强大。重新梳理过去，才能清楚什么更适合自己。记住自己想要成为什么样的人。做自己的英雄。

疤痕是过去的标记。

疤里痕间诉说人生故事。

我们会受伤，
但最终，
伤口会愈合。

伤痕是
我们荣誉的
勋章。



37 事情一团糟，自己解决好

首先，你把事情搞得一团糟并不可怕。可怕的是你不去解决。

我们跟孩子不也是这么说的吗？自己闯祸，自己解决。就像小九没晾泳衣，她犯了错。我也告诫她她的确做了错事。她认识到自己撒了个无伤大碍的小谎，但下不为例。同样，无论是吃麦片时打翻了牛奶，还是把闪粉亮片撒得满桌都是，这都没什么大不了的，但是你得去处理。去拿抹布吧。

然而，作为成年人的我们却不愿意这么做，反而有点陷于问题本身，沉迷于自己的烂摊子。

布里安娜·维斯特（Brianna Wiest）说得好：每个人都有一套问题应对机制。比如，我们会首先自嘲与恋人关系相处得“还不赖”，哪怕他每个周六晚上只会带着芝士比萨来约会，或者直言对方的发型仿佛割草机的“杰作”。焦虑不安也是一种防御性应对。我们自认为，展示出的脆弱的一面或敞开心扉往往会让人受伤，故而选择逃避，但殊不知逃避才是吃了大亏。

这种应对机制在短时间内对我们有所帮助，但从长远来看则可能极具破坏性。维斯特说，相比执迷于问题，我们更应该爱自己的生活。千真万确。

冷静地面对问题，答案自会出现，而不该忧虑到神志不清，听任内心挣扎不已。

如果感觉自己的人生正在上演着狗血戏码，我们必须暂时与之断开联系，然后花一秒钟，深呼吸。

大家现在之所以都关注正念和冥想，主要是因为让自己停下来去聆听自己的呼吸真的有效。呼吸是我在瑜伽教师培训中学到的最有价值的一课。人若是呼吸不畅，就无法生活正常。要做出一个非常难的瑜伽动作，第一步往往先是呼吸，但呼吸也最容易调整。老师们还告诉我，如果做出某个动作但在保持时无法正常呼吸，这就表示我还没

有做好准备。所以，迫使自己去做自己无法做到的事，这不是听从内心的“指导”，而是自负。

“从何处下手”才能“解开”生活的乱麻？让我们从呼吸开始。伴随着呼吸，停，下，来。

对此，我必须提到老爸教我的呼吸法，这也是我本人最喜欢的呼吸法。在瑜伽老师培训时，我第一次带领“团体练习”时，就传授给大家这种呼吸方法，给在场所有人都留下了深刻的印象。你也试试。阅读下面的文字，用手机录下。在你需要花一分钟呼吸一下时播放这段录音：

> 停下来。此时，此刻，停下来，你只是你自己。你的眼皮很重，越来越重，直到合上。吸气。闭着眼睛，吸气，再呼气。不用调整，无须变化。如同平常一样，呼吸，呼吸。感受，觉察，没有动作，不做评价。只是呼吸。吸气，呼气，吸气，呼气。感受胸部的起伏，肩膀垂下。吸气，呼气，吸气，呼气，吸气，呼气。调整注意力，听听远处的声响。车鸣，狗吠，鸟叫，人声。吸气，呼气。听听最远的声响。吸气，呼气。听，那个最远的声音，朝它靠近。吸气，呼气。听那个最近的声音。是萦绕耳畔的风，还是自己的呼吸？是耳中的血液，旁人的动静，还是滴下的水滴，闪烁的电灯？吸气，呼气。在两个声音之间来回。听听远处的声音，听听近处的声音。吸气，呼气，吸气，呼气。现在，吸气，想象自己正在吸入一束明亮的白光。感受那白光透过鼻孔，穿过喉咙，进肺入腹。现在，呼气，释放体内所有的黑暗。从腹到肺，由心到喉，呼出黑暗……吸入白光，呼出黑暗。吸入白光，呼出黑暗……

想一想，其实你的生活并不完全就是一团乱麻。我们所有人都会一遍又一遍地遭遇不幸，但也一次又一次地摆脱困境。人绝对不可能任何时候都一帆风顺。请相信，当你遭遇困境，其他人也都在挣扎，我向你保证。关键在于，我们有没有意愿去谈论困境。

在经历第一次遭遇职业倦怠，且职业倦怠最终演变成焦虑和抑郁后，我的生活态度不再积极。这是我继玩性后丢失的“第二件宝贝”。我变得异常负面，但这对我来说很不寻常，因为我本人一直都非常阳光。而另外一个警示信号便是我做事提不起精神，可以前的我从来都是积极主动、有条不紊，为自己的自主性和顺利完成工作而自豪。

真希望这些负面情绪第一次出现时，自己就能慢下来。但事与愿违，我当时非但没有，而且还觉得不应该慢下来，应该继续前进。我自以为这只是“一个阶段”罢了。在接受治疗后，我才慢慢放弃负面想法，怀抱一丝希望，而要是以前，我很少会有这样的感觉。

谈到减轻压力，说起来容易做起来难。认清压力源头并找到放松方法，往往需要花费一番工夫。

定期进行减压活动，如运动、冥想、呼吸新鲜空气，有助于让人“既见树木，也见树林”。孩子表现不好或者情绪失控的时候，大人之所以让他们“冷静”5分钟，是因为只有他们被迫停下来，待在自己“面壁”的小空间里静默独坐，他们才能情绪稳定地解释为什么会拿钝铅笔戳妹妹，或者用平板电脑打弟弟。

停下来也有助于集中注意力。自生病后，注意力也离我而去。我容易分心，备受无法放松的煎熬。此外，由于经常紧张兮兮，睡眠也成了问题。我渴望早点重新集中注意力，回忆起如何顺畅呼吸。其实，每天做到一件事便已足够，约牙医、打电话、洗个澡、发封电子邮件或去趟邮局。每天只关注一件事，就已足够。

真希望自己能早点对那段煎熬岁月释然。



38 做不到怎么办

孩子毫无避讳挑战新事物。小六根本没有想过自己以前从未滑过冰，她想的只是自己一定会爱上并擅长这项运动，仅此而已。孩子想要做什么，他们就会做，而不是去担心自己会从滑板上摔下来，或者从来没有写过故事，或者没人教过自己做海绵蛋糕前要怎么筛面粉。他们就是……去做。

先说去做，再想详细做法。

这就需要一些自信。

其实，生活就是一种感知。个人的外在价值（记住！不是你如何看待自己，而且这是你可以决定的事情！）完全在于如何呈现自己，这就有点我们说的“假戏真做”。

生活如同一场游戏，但总有秘籍，既然有赢家，也有输家，那就是说需要弄清游戏的玩法。生活是挑战，也是机遇，取决于玩家如何看待，但肯定有些“系统”性技巧值得玩家学习。

首先，注意细节。

人无时无刻不在说话。所以请用艺术、政治、各种语言来武装大脑。不断提高洞察力，人才能有话可说，言之有物。

比如，对于《杀死一只知更鸟》（*To Kill a Mockingbird*），如果你没有什么好说的，那就不要告诉你的老板你喜欢这本小说。这是常识。实在没什么好说的？那就闭嘴！沉默是金。奥斯卡·王尔德（Oscar Wilde）就曾说过，宁愿保持沉默让人看起来像个傻子，也不要一开口就证明自己确定如此。

如果无法做到某事，那就保持安静，多花时间观察周围形势，再想出下一步的方向。

此外，与所有人交朋友，这样你就拥有了“智囊团”。能在你需要的时候出手相助。但这并非操纵别人。得到帮助后，必须给予回报。得

到多少帮助，就付出多少回报。所以，做好人的同时也要接受别人善意的回报。

不过，“假戏真做”确实有其道理。如果经常“假装”做某事，实际就是真的在做。因为这是在有意识地学习并相应地改造自己。

在一场广受欢迎的TED演讲中，埃米·卡迪（Amy Cuddy）讲到了非语言交流——肢体语言。即使没有达到最自信状态，你也可以放慢呼吸（又是呼吸！），与人目光接触。放松下巴和肩膀，真诚微笑，不必坐立不安。控制身体及其发出的微小信号，直到你的思绪平复。真的会起作用。认真倾听别人也有效果。

没有人能时刻保持好状态。谁都不行。好吧，也许亿万富翁阿伦·苏加（Alan Sugar）真的能够做到。不过，除了那些反社会者之外，谁都会犹豫不安。

学会自我提升自信。就像孩子一样，大声喊出自己的成功与努力。做自己的英雄。

在接手新任务前，回顾过往成绩往往能让人增强自信，保持乐观。而乐观的心态更有利于迎接新挑战。

关于“假戏真做”或者尝试挑战的最后一点，就是保持礼貌。自信并不是一定要成为别人的焦点，也可以是云淡风轻，稳重得体。

尽管现在没有把握，

但我还是想要尝试：

还有什么呢？

我要搞定它。



39 别破罐子破摔

我在写这本书的时候，有几个朋友跟我抱怨自己长大之后的生活杂乱无章，无法把控。不过，幻想终有一天生活会圆满地“到达彼岸”不正是人生最大的谎言吗？与他们聊完，我最终得出这样一个结论，我们一生永远都在跌宕起伏之中应对挑战，不断奋斗。尝试下面这些小技巧，为杂乱的生活理出头绪。

·写感谢信并寄出去

写信给一个让你有点畏惧的人，就是那种你想要和他交谈但不敢当面对话的人。信上就写：“我在一本非常有用的书里读到要懂得感恩，所以我想说谢谢你。”然后再解释原因。不要为此感到害怕，说出实情就好。

·多喝水

说真的，人每天大约需摄入三升水（咖啡不算在内）。请相信我，还有世界上所有的美女。当你喝下足够的水（一般会超过你的想象），不但皮肤会光泽动人，而且生活也会云开见日。

·花一个小时挑选下周要穿的五件衣服

打扮得可爱并为自己的外表感到自豪本身就是一件趣事。提前挑好衣服可以缓解每天早上的穿衣焦虑。这也是以一种轻松的方式充分利用现有服装，试验之前从未尝试过的穿搭。你真没必要再去买买买。

·做晚餐

做顿简单的晚餐，邀请别人一同进餐，享受亲手做完晚餐的满足感。

·向你所在行业或领域的某位牛人请教

告诉这位牛人，你可能会占用他30分钟时间——请他解答工作上的疑问，给出职业生涯的建议。请注意，你请教的不应该是你送感谢信的那位，否则只会让他觉得你在拍马屁。

·我的心情我做主

自己应该做主的不只是要做的事情，也在于做事的心情。

·赞美陌生人

其实我很怕夸赞陌生人，但正因如此，我会强迫自己经常去做。夸赞别人其实也很简单，比如在卫生间的洗手池边，对旁边的女孩说一句：“嘿，这双鞋真好看！”你的话就能让她开心一整天。

·去咖啡馆不被打扰地喝杯咖啡。一个人，没电话，不看书。只和咖啡师聊天

抬头看看天，身处大千世界，感受悠悠岁月。

·在公园长椅上坐10分钟，看看会发生什么

当你压抑自己对朋友观点的真实感受时，10分钟真是出乎意料的漫长。

·发张最好看的自拍

为自己的勇敢自拍附上文字：“今天感觉真好，发个状态纪念。”我保证，这种自拍不是自恋。

·制定预算，想办法在圣诞节前每月多存50英镑

等到12月，你买完圣诞礼物后甚至还可能剩余一点钱，来给办公室同事每人送一杯饮料。

·给老板发封邮件，请求评估工作

足球教练难道会等到赛季中段才做出调整？不可能！这样做只会害了球员！不断接受评估，才能自我完善。事实上，我们很少得到反

馈意见，所以得去主动争取，证明自己的积极上进。

·散步一小时。漫无目的，走街串巷

慢跑更佳。

·扪心自问：哪件事是因为没有勇气而没有去做的?

诚实回答完这个问题后，你就很难不去做这件事。

·请人出去吃饭

人生的美好就在于与人共享美好时（食）光。

·宠爱自己。来个全身护理：敷面膜，脚部护理，点香熏，去腿毛，最后穿件丝绸内衣入眠

人本来就得对自己好。

·买合身的睡衣

睡衣穿得好，早上精神好。请用正确的方式开始自己的一天。

·谁最替你加油鼓劲?当感到压力时，你最先转身离开的是谁?谁总会原谅你，哪怕你总是遗忘他（她）？给他们打电话

通话的最后，对他们说一句：“你知道吗?你是我的英雄。”他们会很感激。

我们
谁都没有
想象中的
那么
糟糕透顶



40 善待自己

到此，这就是《冰淇淋当早餐也不错》的全部。不禁有点莞尔，我竟然真的写完了九个月保姆生涯教给我的点点滴滴。中断“写作生涯”是我有生以来做过的最有魄力的事。当我承认自己需要从当时的生活中解脱出来，去自我反思，那种彻彻底底的人生挫败感，就好像是在宣布自己“不行”或者“不够格”。不过，如今的我却是更好的我——更智慧、更坚强，更善良——不仅是对自己，也是对别人。这一切如果归结为一点，那就是善待自己。现在的我能更清晰地看待一切，不但更能拥抱日常生活中的诸多美好，也能避免因那些无关紧要的琐事而陷入无谓的困境。

写作其实是一份有趣的工作。但在处女作出版后，我略微暂停了写作，于是就感觉自己不是专业“作家”，而且也无法跻身“成功作家”之列，因为自己还从事写作以外的工作赚钱，写作不知为何也不再是主业。但为什么其他作家都做得很好？于是，自我意识开始在作祟。无论是朋友还是网友，每当我在向他们解释为什么去做保姆时，自己内心其实非常痛苦。因为我以为他们会看不起我，就像我自己看不起自己一样。

事实上，没人会看不起你。

有幸的是，我得到了那些爱我的朋友的支持，是他们首先照顾到我的心理健康。让没有远离写作太久的我重获写作的喜悦。不过，让我感到很尴尬的是出版社的写作建议。编辑找到我说：“劳拉，给我们报个选题，就根据孩子教给你的，写一本关于孩子如何指导大人的书。”我完全没有料到自己深感羞愧的经历不仅成了写作素材，而且要写成一本书！

之所以说这些，就是想告诉你，没人能够预料十年之后、一年后，甚至接下来的六个月会发生什么。这就是为什么我得写下这些无比重要的事实：宝贝，你会没事的。一切都会好起来。深呼吸。相信过程；专注于接下来的5秒钟或5分钟，并且最大程度地利用它；充分睡眠；活出仪式感；为伤疤而自豪；一步一个脚印，慢慢来；为自己安排几次“天酬勇士”奖励；做自己故事里的英雄；我曾跌倒而且毫无

疑问还会再次跌倒，但这就是生活的本质；人生的起起伏伏都有其意义，成为我们的人生故事；当感觉事态无法控制时，不如即兴而为；制订没有计划的计划；漫无目的地溜达；永远保持善良。

希望你能明白，按照自己的方式坚持下去才能成就伟大的自己。希望你能告诉身边的人，他们也很伟大。也提醒你爱的人，生而为人虽然艰辛，但他们依旧那么勇敢。

我们谁都没有想象中的那么糟糕透顶。

在你开始自我怀疑，请停下来。问问自己内心的那个小孩：他（她）到底需要什么。她需要别人夸赞自己“干得不错”吗？他需要握住别人的手吗？他（她）是需要帮助还是得为之前的调皮捣蛋再“面壁”一次？其实，你已经得到了这些问题的答案。尽管那个孩子可能早已被所谓的“成年理智”所掩盖，但用心去找，你依然会记得他（她）就在那里。

如果你需要片刻清醒，直面该死的成人规则，那就只管大声宣布“去他的成年人”——拿冰淇淋当早餐也不错！

不说了，我现在就去拿勺子。



致谢

我要感谢很多人，但首先要谢谢布里奥妮·格列特。她给我的不仅仅是一个灵感，更是足够的信任，让我坚持下去。其次，我要感谢韦罗和丽兹。他们那些振奋人心的推文鼓励我写完初稿，而埃拉的留言则帮助我走出写作瓶颈。丽兹，要不是你一开始就对我如此信任，霍德出版社根本就不会注意到我。谢谢你，亲爱的。从第一本书《成为》（*Becoming*）开始，我的“成为”之旅还在继续。

当我成为世界上那个最伤心的女孩，弗恩，是你不顾我的反对来到家里，静静地坐着，揉着我的脚。人与人之间的触摸是如此关键，完全胜过了词不达意的语言，也是我接收到最伟大的爱的信号。如果我当初没有从崩溃边缘爬回来，卡莉你是那个知道该如何拯救我的人。你爱我，你懂得如何爱我。对你，一句谢谢远远不够。

梅根·吉尔布赖德，对于我的写作，你不知道的，你问；你不确定的，你却给了我空间。几乎每个早上和每个晚上，你都和我一起校对。认识你是我的幸运。

梅格·菲，你永远都会冷静自若地给予我安慰，是我回家路上的一站驻留。

感谢所有推特粉丝热情的留言。他们分享了自己如何放松、放慢人生，以及应对烦躁的方法，其中不少被我偷去作为本书探讨人性的最佳案例。Ins上的朋友们说过：“劳拉！你应该把保姆冒险经历写入你的下一本书！”原来，在我下笔之前，你们早就知道了。

感谢我的医生，他非常重视我的心理健康。感谢阿尔伯思心理治疗协会迅速而专业地为我挑选心理治疗师。

老爸老妈，当然还有杰克，谢谢你们的爱。

给孩子讲昆虫



［挪威］安妮·斯韦德鲁普－蒂格松（Anne Sverdrup-Thygeson）著

罗心宇 译

INSEKTENES HEMMELIGHETER



带孩子一起

亲近那些我们星球的奇妙生灵

挪威获奖女科学家

献给孩子的昆虫绘本

雄踞挪威童书畅销榜（2019）

版权信息

书名：给孩子讲昆虫
作者：【挪威】安妮·斯韦德鲁普–蒂格松
译者：罗心宇
出版社：湖南少年儿童出版社
出版日期：2021-09-01
ISBN：9787556260737

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

前言 这本书讲的是什么？
第一章 你能认出昆虫吗？
六条腿、四只翅膀和两根触角
昆虫没有肺，而是长着呼吸管
从卵到成虫
脚趾下的舌头和膝盖上的耳朵
歌唱、嗡响或鸣叫
看见你需要看见的东西
冬天，昆虫都去哪儿了？
第二章 水中的昆虫
蜉蝣
石蛾幼虫
叮人的蚊子
蜻蜓
黾蝽
豉甲
海獭甲与头虱
水蛛
第三章 森林中的昆虫
潜叶蛾
巢蛾
云杉上的球蚜
臭蝽
蚂蚁与植物
钻进土里的食粪金龟
小蠹和筒蠹
牧场沫蝉
第四章 花园中的昆虫
胡蜂

食蚜蝇
寄生蜂
蜜蜂和熊蜂
蚜虫
蚂蚁与蚜虫
几乎所有蚂蚁都是雌的
远飞的蝴蝶
萤火虫
第五章 家里的昆虫
果蝇
墙上的苍蝇
草蛉
衣鱼
蟑螂
蠼螋
家隅蛛
第六章 世界昆虫
拥有毒药大炮的甲虫
甲虫僵尸
列队行进的毛毛虫
明亮的萤火虫
用头当门，或者用身体当蜜罐的蚂蚁
后记 你与昆虫
附录 挪威最常见的昆虫类群

前言

这本书讲的是什么?



你觉得昆虫之类的虫子很酷吗？还是有点烦？昆虫就在你身边，这是件好事。它们有时是会有点讨厌，但同时又真的很有益。

我研究昆虫，从事昆虫方面的工作。我喜欢甲虫、蝇类、蜂类和其他的小生灵。而且我可以肯定地说：没有虫子我们活不下去。它们将死去的动物和植物化为土壤，帮助植物生产种子，还是千百万鸟类、鱼类和蝙蝠的食物。由此昆虫对很多其他物种至关重要，无论是植物还是动物。所以说，它们对我们人类也很重要。

既然它们这么有用，那么去了解一点关于它们的事情，或许是个好主意。在这本书里，你会发现那些生活在我们身边的常见昆虫的故事，它们有些生活在水下，栖息于湖泊和溪流里，有些生活在森林里，还有些在你的花园或者家里。

你可以读到蚊子的幼虫靠呼吸管来呼吸，还有蚂蚁从蚜虫那里获取糖水。你会明白苍蝇如何能够在房间的天花板上倒立行走，为什么人被蚊子叮咬后会痒，以及哪种昆虫才是第一种真正进入太空的动物。虽然蜘蛛不算昆虫，书里还是有几个关于它们的故事。

我也会给你讲讲我眼中的世界上最怪异的虫子：一种能把瓢虫变成僵尸的小小寄生蜂，通过放屁杀死其他昆虫的虫子，一种能够闪光的甲虫，还有一种尾部有毒炮的甲虫。

但首先，我要告诉你昆虫究竟是什么，还有它们如何闻，如何听，如何看，以及它们冬天都躲藏在哪里。

第一章

你能认出昆虫吗？



昆虫是什么？它们跟你我长得都不像。昆虫有六条腿、四只翅膀和两根触角。它们还很小，比人类小太多了。实际上，有一些实在是太小了，甚至能住在其他昆虫小小的卵里！可是它们拥有活着所需要的一切生命活动。它们能够吃饭、呼吸、拉便便、走来走去，还能生宝宝。只是它们做这些事的方式和我们人类有点不一样。

六条腿、四只翅膀和两根触角

昆虫和我们之间的一个区别是骨骼。骨骼是身体的一个重要部分。如果没有骨头、软骨和脊柱的支撑，那你不过就是堆在地上的一坨软塌塌的肌肉而已。昆虫的身体里没有任何骨头，也没有由椎骨组成的脊柱。这就是为什么我们说它们属于无脊椎动物。话说回来，它们的确有骨骼，但那是长在身体外面的，像一个壳，或者说一套坚固的铠甲。

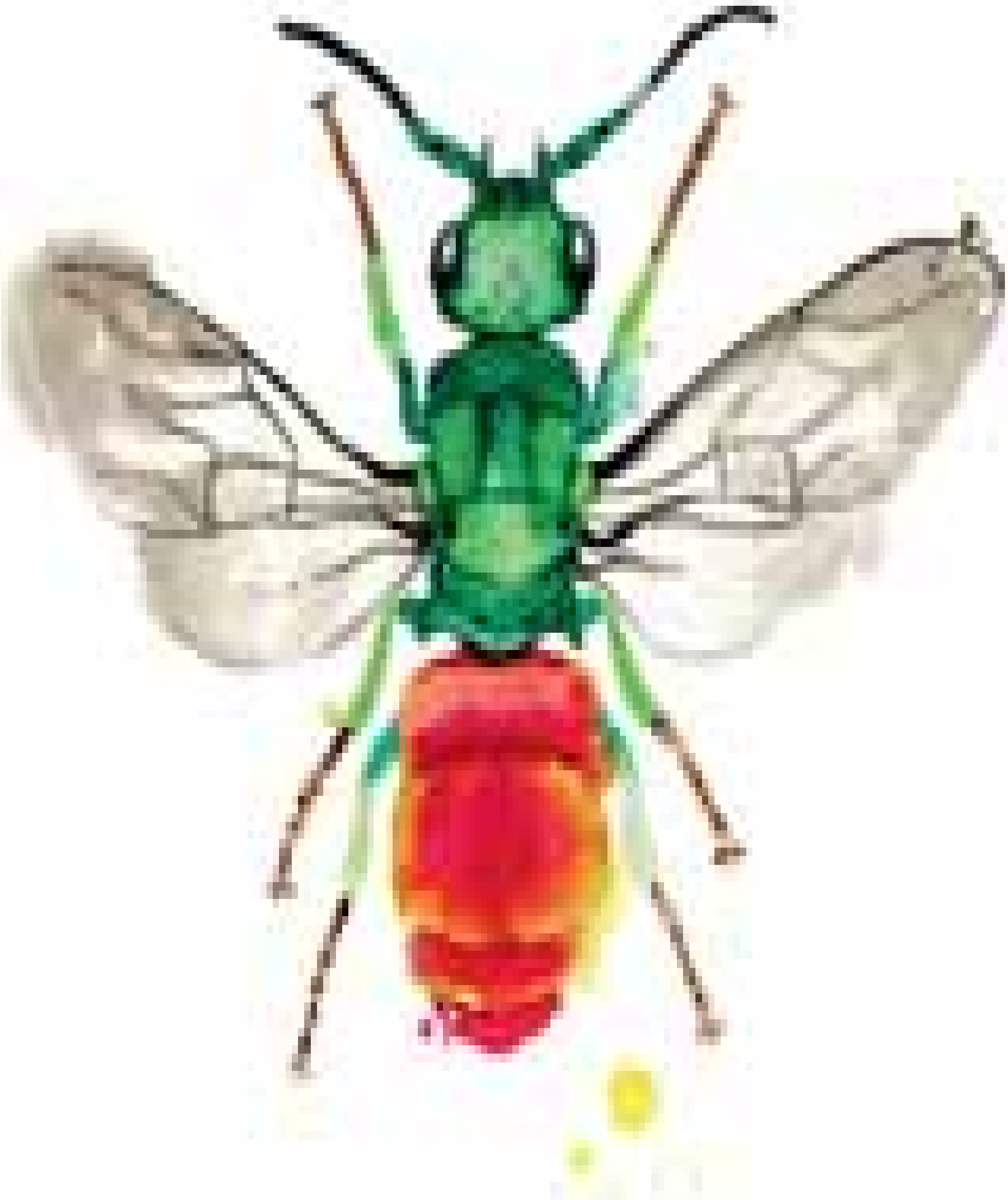
虽然昆虫可能看起来各是各的样，但它们还是有一些重要的共同点的。我们人类有一个躯干，最上面长着脑袋，腿和胳膊向外伸出，而昆虫的身体则分成三部分：前面是头部，然后是中部和尾部。每个部分都有自己的主要职责。

头部承担吃饭的职责，因此你在这里能找到昆虫的嘴。就像我们人类一样，昆虫的眼睛和鼻子都长在头上。但是昆虫的鼻子和我们的看起来不一样：那两根触角就是它们的鼻子。

身体的中间部分负责移动。所有昆虫都有六条腿，就长在中间部分的下面。多数昆虫还有四只翅膀，长在身体的上方。

最后是后面的尾部，它的主要任务是消化食物、拉便便和生宝宝。

下次再看到蜘蛛的时候，数数它们有几条腿。这就是你确定蜘蛛不是昆虫的方法。昆虫只有六条腿。要记得，蜘蛛有整整八条腿。顺便一提，它们多数还有八只眼睛，工整地排列在额头上。



青蜂把自己的卵产在别的昆虫的巢里

青蜂是美得不可思议的昆虫。它们可以闪着红色、绿色和蓝色的光泽，但它们的生活方式却没有那么美丽。青蜂母亲会偷偷溜进其他昆虫的巢穴，把卵产在里面。青蜂幼虫从卵中孵化出来时，会将巢里所有的食物都吃光。而接下来作为甜点，它们就要把原本住在那里的所有幼虫都吞食干净了。

昆虫没有肺，而是长着呼吸管

昆虫不像你一样通过嘴来呼吸，而且它们也没有肺。它们的身体侧面排列着很多小小的呼吸孔，这些孔是可以开关的。管道从这些孔通向身体内部，将空气带到身体里。

在身体里面，呼吸管会分出更加细小的管道，就像树上的枝杈一样。这样，整个身体就得到了富含氧气的空气，而昆虫需要氧气才能活下去。

如果一只昆虫和你一样大，它就需要特别多这样的呼吸管，才能让氧气到达身体的所有角落。它的身体里将会塞满呼吸管，以至于不会再有地方留给所有其他它需要的东西。这就是为什么世界上并没有特别大的昆虫。

如果你被割了一小道口子，伤口就会流出红色的血。但你知道为什么你的血是红色的吗？红色来自一种含有铁元素的东西。它分布在你的血液中，将氧气带到各处。一般来说，昆虫没有这种东西。既然它们用特殊的管道把氧气送到整个身体，那么就不需要血液来运输氧气，所以昆虫的血不是红的。相反，它们血的颜色是因为身体里有其他物质，常常是绿色或者黄绿色的。当昆虫在炎热的夏日撞上了汽车的风挡玻璃，你就可以清楚地看到玻璃上溅了黄绿色污迹。

昆虫同样没有血管。它们的血液就在整个身体里的所有其他东西之间晃来荡去，就像罐头里晃荡在肉丸之间的肉汤。但它们的确拥有某种形式的心脏——长长的、像香肠一样的心脏，以保持血液流动。血液会通过小小的孔被吸入心脏，再从前端，位于头部里面的一个开口被泵出去。



巨型蜻蜓

几亿年前，早在恐龙出现之前，空气中的氧气比现在多，因此昆虫更容易呼吸，就可以长得比现在大得多。那个时代存在着巨型的蜻蜓。想象你的手臂是翅膀，把它们尽量张开。这就是那些蜻蜓能够长到的大小！

从卵到成虫



所有昆虫的生命都是从一颗特别小的卵的孵化开始的。为了从那个原点长成一只成熟的昆虫，幼小的虫子必须更换几次骨骼。还记得昆虫的骨骼是长在身体外面，而不是像我们人类一样长在身体里面的吧。当幼小的昆虫长大时，它们的骨骼最终会因变得太紧而裂开。接着，它们就可以扭动着钻出来，有点像你脱掉一件紧身游泳衣那样。在旧的骨骼下面，它们准备了一套又新又大的等在那里。

昆虫的幼体有两种类型。有些昆虫从孵化的那一刻到变成成虫后的样子始终差不多。蟋蟀和蟑螂就属于这类昆虫。

其他昆虫幼小的时候和变成成虫的时候看起来完全不同。一只毛毛虫与长大后的蝴蝶看上去一点关系也没有。为了变成成虫，这些昆虫必须从一种身体形态变成另一种。这个过程发生在一个叫作蛹的硬壳里。在蛹壳里面，整个昆虫都进行了重建。起初的幼虫最后成了蝴蝶、胡蜂或者甲虫的成熟体。它们拥有完全不同的身体——有细长的腿、四只漂亮的翅膀和孕育昆虫宝宝所需要的一切。这真是太了不起啦！

脚趾下的舌头和膝盖上的耳朵



昆虫的吃相不总是那么好看。比如家蝇，就喜欢落在它们准备吃的食物的正中间，在里面踩来踩去。这么做是因为它们用脚来品尝食物的味道！苍蝇脚下有一种特殊的舌头，能让它们尝出这是不是它们

喜欢吃的东西。想象一下，如果你的舌头长在脚下会怎么样！你就可以光着脚丫子穿过树林，品尝脚底下的蓝莓的味道了。

昆虫的耳朵长在各种奇怪的地方。有些昆虫用触角，或者通过身体上或屁股上的小毛的振动来听声音。螽斯的耳朵长在腿上，而有些蝴蝶的耳朵长在嘴里！你长耳朵的那个位置，就是脑袋两侧，差不多是唯一一个你永远也找不到昆虫耳朵的地方。

为什么昆虫需要听到声音呢？因为这样它们就可以听到饥饿天敌的声音啦。举个例子，到了晚上，蝙蝠都在追捕蛾子。有些蛾子学会了倾听蝙蝠飞行时发出的特殊的声音信号。当蛾子听到蝙蝠在附近时，就会装死。它们会停止飞行，落到地面上，这样就不会成为蝙蝠的食物了。

昆虫需要听的能力还因为如此一来，它们就可以找到自己想吃的其他小动物，或者寻找配偶。



歌唱、嗡响或鸣叫



很多昆虫不仅仅擅长听见声音，它们自己还能制造很多声音。每种昆虫往往都有自己特殊的声音，就跟喜鹊和麻雀的叫声不同是一个道理。这让昆虫在寻找配偶的时候，更容易识别自己的同类。

昆虫可以通过很多不同的方式来发出声音。一些蟋蟀是将一只翅膀上的粗糙边缘在另一只翅膀上的光滑边缘上摩擦，有点像你将手指甲划过拉链时发出的声音：一种锉磨的声音。蟋蟀的锉磨声高亢响亮，像小提琴拉出的音符。夏末，你可以听见蟋蟀的鸣叫声。在中国，长久以来人们的笼子里养的不是金丝雀，而是蟋蟀，因为他们觉得蟋蟀的歌声非常甜美。

如果你曾经在欧洲南部度过假，那么你也许听到过蝉鸣。它们躲在树上和灌木丛中，在炎热的夏日正午发出震耳欲聋的鸣叫声。蝉是最吵闹的昆虫之一。当数量特别多时，它们发出的声音大到足以损伤你的听觉——如果你在它们附近待得太久的话。

你有没有试过按压果酱罐的金属盖子，让它发出咔嗒的声音呢？蝉的身体后面就有这样的两个“盖子”，它们会用特殊的肌肉来非常快速地鼓动“盖子”。

这就是它们发出鸣叫声的方法。



蚊子的嗡嗡声

你知道雄蚊子和雌蚊子的嗡嗡声有略微的不同吗？以及，你知道嗡嗡声会随蚊子的年龄而变化吗？

看见你需要看见的东西



如果你是一名猎手，那么你需要擅长捕捉。如果你靠吃花蜜为生，那么你需要擅长识别花朵的颜色。如果你住在洞穴的永恒黑暗

中，那你根本就不需要眼睛了。昆虫的视觉适应着它们的生活方式。这就是为什么蜻蜓长着巨大的眼睛，而穴居昆虫则是“瞎子”。

蜜蜂能看见好几种颜色，就像我们一样，但是它们看不见红色。关于蜜蜂眼睛的另一件怪事是它们的眼睛上面长着一大堆微小的短毛。也许这些毛会让蜜蜂更容易感受到风的方向吧。

昆虫的眼睛是由很多单个的小眼构成的。它们的大脑会将所有这些小小的图像拼在一起，形成一个很大但又有点模糊的图像。那有点像把电脑屏幕上的图片放大后的样子。

如果你有机会问一只昆虫什么最好闻，那么你们两个很可能说不到一起去。蜣螂热爱动物粪便的气味。蚊子觉得臭烘烘的汗脚味最美不过。许多蝇类想不出有什么东西可以比腐烂的肉更让它们愉快的。

通过用触角闻气味，昆虫能找到好吃的东西，或者一个绝佳的产卵地点。再或者，它们可以嗅出配偶所在的方向。

有很多昆虫用气味来寻找配偶。雌虫往往会散发出一种香氛。不同的昆虫有不同的气味，这样雄虫就可以嗅出同种雌虫的方向了。一些雄性蛾子拥有大型的羽毛状触角，可以帮助它们捕捉到附近雌性发出的哪怕是最细微的一点芳香。

虻的眼睛

你见过虻吗？雌虻会在你的皮肤上切开一个小口，然后吸食你的血液。下次拍打虻之前，花一秒看看它的眼睛吧。它们很多都长着色彩鲜艳的眼睛，上面有黄色、紫色和绿色的条纹。

冬天，昆虫都去哪儿了？

在夏天很容易看到昆虫。但当秋天和冬天到来时，将会发生什么呢？很多昆虫会死去。它们只能活一个夏天，不过在死之前，它们会生下宝宝。这样，明年夏天就又会有昆虫了。

如果你是一只需要度过冬天的昆虫，那么当寒冷来袭的时候，你有三种选择。你可以动身前往一个比较热的国度；你可以躲在一个不会太冷的地方；或者你可以改变身体的成分，这样就能够对抗寒冷，而不会变成冰块了。

每年秋天都会有一些蝴蝶飘飘摇摇地一路飞到地中海。这样，它们就能躲开挪威的寒冬了。

其他昆虫会睡在一个寒冷侵袭不到的地方。也许是在房屋里、土壤下面，或者老树的缝隙里。大群大群的瓢虫就在这样的地方睡过冬天。

如果你在冬天无法逃离也无处可藏，那你只需要做一些帮助自己对抗寒冷的事情。我们人类冬天会往汽车里加防冻液，那可以防止发动机里面的水结冰，结冰是会让发动机停转的。昆虫能够生产自己的防冻液，以防止它们的生命慢慢走向终结。

最后一个过冬小技巧是脱水。一些昆虫竟然可以从身体里排出很多水分而不死。只要它们的身体里含有一点点水，这些昆虫——所有昆虫中最坚强的那些——就算被冻得结结实实，也能挺过去。



南极附近的蠓

你知道南极点周围的区域只有一种昆虫吗？那是一种没有翅膀，所以不会飞的蠓，就混迹在地面上的苔藓丛中。

第二章
水中的昆虫

也许你会以为昆虫只生活在陆地上？啊，不是这样的。其实，有特别多的昆虫生活在水里。有的昆虫一生都在水中度过，其他的则小时候生活在水里，但长为成虫之后就来到了陆地上。就好像你一直在游泳池中生活，直到变成大人。不过昆虫不喜欢咸水，这就是为什么你不会在海里发现它们。



蜉蝣

想象一下，你等了很多年，等着成为大人。那重要的一天终于来了。和成千上万的其他孩子一起，你的身体变了，步入了大人的生活。可是，哎哟！你的嘴怎么了？它不见了，于是你再也不能吃东西了。再看！你的腿变得好瘦弱，于是你不得不几乎一直飞行。这意味着，你的成年生涯不会很长——从几小时到一两周不等。最悲惨的纪录保持者是美国的一种蜉蝣，它的雌性成虫只能活五分钟。

蜉蝣的幼体，或者叫若虫，生活在水中。当那个时刻到来时，它们会长出翅膀，飞向天空。在那里，成千上万只全新的蜉蝣跳着一种美丽的空中芭蕾，以寻觅配偶。雄性多长了一种特殊的眼睛，能够帮助它们发现雌性蜉蝣。这些眼睛被叫作头巾眼，不怎么让人意外的名字呢！它们看起来的确像脑袋上顶着的特大号头巾。

蜉蝣成虫的生命如此短暂，因此所有蜉蝣幼体全在同一时间变成成虫就很有道理了。这样，它们更容易在饿死之前找到配偶，生出新的蜉蝣宝宝。因为你如果没有用来吃饭的嘴，是活不了多久的。

当我们看到大群的蜉蝣时，实际上应该感到开心，因为这是溪水或者河水很干净、没有被污染的一个标志。但好事过了头就是坏事。在一些国家，有时候警察不得不封闭道路，因为千百万只蜉蝣在同一时间、同一地点变成了成虫。蜉蝣太多，人们连路都看不见。汽车陷在一大堆一大堆的死虫子之中。最后，警察只好开来扫雪机将它们清走。



石蛾幼虫

在水里，胶水是不太管用的。想想膏药如果被打湿了，得多容易失去黏性掉下来吧。但有一类昆虫已经找到了解决办法，它们会造出一种防水丝胶。

石蛾幼虫生活在水下。它们有些会吐出一种黏黏的丝线，围住自己的身体，像个睡袋。它们将小石子或者小细枝粘到这个睡袋上，保护身体柔软的后半部分。它们可以从前面把头和腿伸出来，这样就能吃饭和在河床上来回行走了。由于幼虫会在自己发现的任何东西上搭窝，我们可以骗它们使用特定的材料来建造家园。有位艺术家就让石蛾幼虫用金箔、珍珠和宝石制作了自己的睡袋房！

石蛾成虫生活在陆地上，看起来有点像小小的灰色蝴蝶。但石蛾的翅膀上长着细小的毛，和长着微小鳞片的蝴蝶不一样。



石蛾胶

科学家们对石蛾幼虫的水下胶很感兴趣。他们想用它来制造一种人游泳时不会轻易脱落的膏药。

叮人的蚊子



蚊子的朋友可不多。只要想到蚊子在那些炎热的国家能传播多少种危险的疾病，这就没什么可奇怪的了。在比较凉快的国家，我们就不需要担心这一点啦。不过它们的叮咬还是很烦人的。雄蚊子从来不吸血，它们乐于以吃花蜜为生。但是雌蚊子就需要你富含营养的血液才能产下自己的卵。

有人研究出了全世界所有的蚊子一年要吸多少血。猜猜看？如果你把所有蚊子吸的血收集到一起，那可不只能填满一个大游泳池，而是两个！

蚊子叮人会痒，是因为蚊子在开始吸血之前，会往你的皮肤里注入一点点口水。蚊子的口水让你的血不会轻易凝结。对蚊子来说，用来吸血的喙管被堵住了可不是好玩的。但你的身体并不喜欢不明物质的进入，因此，它会往被叮的地方输送防御物质。正是你皮肤下的这场看不见的战争，才让被蚊子叮咬过的地方红肿瘙痒。

蚊子的幼体孑孓生活在小水塘里。它们往往聚在水塘里紧贴着水面下方的地方，通过一种伸出水面的呼吸管来获得所需的空气。这根呼吸管长在孑孓的尾部。

蚊子不只有讨厌的一面。孑孓的嘴周围环绕着一大堆毛刷，它们用这些毛刷把各种星星点点的碎屑扫进嘴里。这样，孑孓就让水变干净了。世界上还有好多其他不叮人、类似蚊子的昆虫，其中很多是其他动物的重要食物。鱼、鸟和蝙蝠特别喜欢吞食各种各样的蚊类和蠓类昆虫。

蜻蜓

我们觉得宝宝们都好萌啊。但要是你近距离地看过池塘里的蜻蜓宝宝，你可能就会改变想法了。

因为蜻蜓若虫——这些昆虫幼体真正的名字——看上去更像是小小的怪物。想象一下，如果你的嘴长在胳膊的末端，也就是长手指的地方，会是什么样子。而你的胳膊则从通常长嘴的位置伸了出来。这大致上就是蜻蜓若虫的情况。通常它们的胳膊是弯起来的，就像你弯曲胳膊肘，用手指摸到肩膀的样子。但是当一些合适的猎物靠近时，它们的胳膊就会猛地伸出。手臂末端的大钳子牢牢地抓住猎物，让它们完全没有机会逃脱。

这些蜻蜓若虫还有更多隐藏的把戏。它们的屁股里还有一台喷射发动机。如果受到惊吓，它们就会通过身体后端吸饱水分，再迅速把水挤出去，以将自己全速发射出去！

蜻蜓成虫同样令人印象深刻。它们可以飞得比你在平地上骑自行车还快，还能往后飞、上下翻飞，或者在空中悬飞。很多昆虫都做不到这样飞！所以我们人类会去模仿蜻蜓就一点都不奇怪了。它们帮助我们设计了轻巧而坚固的机械翅膀——那些可远程遥控的迷你直升机的翅膀，比如无人机的。

蜻蜓往往拥有美丽、闪亮的色彩。它们可以是蓝的、绿的、红的，但当蜻蜓死去时，颜色就会褪掉。

蜻蜓还长着巨大的眼睛。它们整个头上除了眼睛，几乎就什么都没有了。

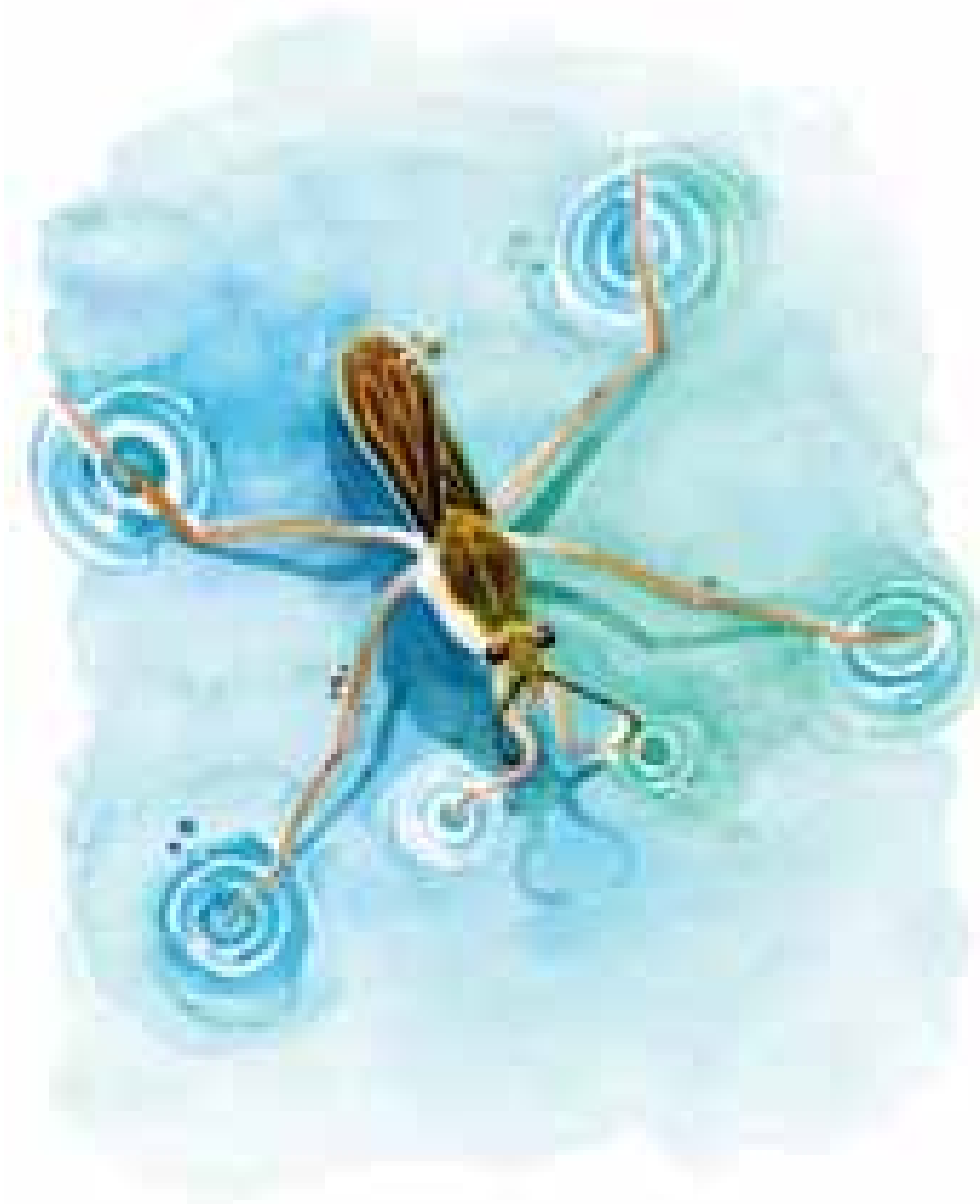
因为速度快，视力好，所以蜻蜓几乎总能抓到自己想捕猎的东西。如果我们算一下蜻蜓捕获猎物的实际成功率，它们会是比狮子和大白鲨都要出色的猎手。

在过去，人们对蜻蜓有很多奇怪的看法。大人会告诉孩子，如果他们撒谎，蜻蜓就会过来把他们的嘴缝上！这多蠢啊。蜻蜓可不会穿针引线，同样，也不会喷火！但它们还是配得上自己的名字的[1]，因为它们怪异而又神奇，就像龙一样，无论你说的是怪物一样的若虫，还是像空中杂技演员一样的成虫。



[1]蜻蜓的英文是dragonfly，其中dragon的意思是龙。在西方的故事中，龙是一种会喷火的动物。——编者注

鼋蝽



你知道有些昆虫能够在水上行走吗？在美国，它们被称为耶稣虫，但更通用的名字还是黾蝽。这是些修长、瘦削的昆虫，看起来有点像大蚊子在水面上走来走去。在夏季，你常常可以在池塘和山潭里发现它们。

它们后面的四条腿又细又长，用来在水面上奔跑。两条前腿很短，用于抓住食物。黾蝽吃的是落在水中，没法再飞起来的昆虫。它们会用强有力的、能进行戳刺的嘴刺穿虫子，接着吸出里面的营养物质，就好像这只虫子是一盒巧克力牛奶一样。

黾蝽也喜欢吃孑孓。尽管孑孓藏在水下，但呼吸管还是要露出来的。如果黾蝽看到了一只孑孓，就会拉着孑孓的呼吸管把它拽上来，大快朵颐。

黾蝽是如何做到在水上行走的呢？秘诀就在毛上。黾蝽细长的腿下面长着成千上万根小毛。空气会被困在这些毛之间，如此一来，这些腿就像是小小的橡皮艇，使得整只昆虫都保持漂浮状态。你看不见这些毛，却可以看见黾蝽脚周围的水上形成的小凹陷。

豉甲

你是不是愿意后脑勺也长着眼睛，这样就可以看见身后发生的事情了？有一种昆虫——豉甲，恰恰就是这样。豉甲的身体圆滚滚的，闪着亮光，看起来有点像黑色的塑料珠。它们在池塘和湖泊的水面上游泳，并且拥有四只眼睛。其中两只长在头的下面，看向水下。这双眼睛能够让豉甲警惕任何从下面靠近，想要吃掉它们的鱼。豉甲的头部背面也有两只眼睛，望向天空。它们用这双眼睛盯着空中来的敌人。有了这双眼睛，豉甲寻找食物的时候也很方便，它们通常吃的是水面上漂着的死昆虫。

豉甲的移动速度快得不可思议。要想抓住它们远谈不上容易，因为它们会把自己后面的四条腿当作桨来用。这四条腿又短又扁，豉甲在水中前后划动四条腿可以飞快地游过湖面，每秒游出的距离是自己身体长度的40多倍！它们也可以在水下游泳，还能用翅膀飞翔。

豉甲喜欢和其他同伴待在一起。它们就像游乐场里的碰碰车一样，一圈圈地冲来撞去。它们聚在一起是有道理的，因为这样一来，它们被吃掉的概率就更小了。而且这些甲虫还藏着一招呢：受到惊扰时，它们就会释放出一种味道很恶心的物质。因此鱼常常会把它们再吐出来。



海獭甲与头虱

住在池塘里还不把脚打湿是有可能的，比如你可以搬进海獭的皮毛里。实际上，那里就是海獭甲生活的地方。这实在是种奇怪的甲虫，既不会飞，也看不见，因为它既没有翅膀，也没有眼睛。它的一生都是在海獭的皮毛里度过的。海獭甲并不是吸血的虫子，而是吃死皮和其他生活在皮毛里的小生灵。一只海獭身上可能生活着一百多只这样的甲虫，但海獭似乎并不十分介意。

我们人类可不喜欢有昆虫住到我们的皮毛——头发里，而那正是头虱喜欢待的地方，它们在那里吸食我们头皮的血液。尽管头虱并不危险，但让它们待在那里也不是什么好事，过一阵子头皮还会发痒。那是因为你的身体对头虱的唾液过敏了。

染上头虱是很平常的事，与你多久洗一次头没关系。当我们把头靠在一起，比如自拍的时候，头虱就会从一个脑袋上爬到另一个脑袋上去。

头虱也不是什么新鲜东西。远在几千年前，古埃及人就制作了特殊的除虱梳，来清除这些讨厌的虫子。在古埃及木乃伊的头发里，人们可以找到死去的头虱。



水蛛

你很可能在花园里见过蜘蛛，也许还在自己家里见过。但你知道你也可以在水下发现它们吗？事实上，有一种蜘蛛，它们的一生几乎都是在溪流和池塘的水下度过的。

水蛛又名潜水钟蜘蛛，它们的身体和腿上覆盖着很多细小的毛。每天这种蜘蛛都会到岸上走一趟，摄取呼吸所需要的空气。空气会被锁在这些细毛之间。等水蛛再爬回水里，它们就被包裹在一层薄薄的空气里了。当你往水下看时，这层空气让它们像银子一样闪闪发光。

在池塘底下，水蛛为自己建造了一座蛛丝房。这座房子是水蛛用空气填满的一个有弧度的顶棚。在这儿，它们可以惬意地坐在自己的气泡里。水蛛会时不时地冲破气泡，到外面去捕些食物。它们常常会抓着自己从房子里织出来的蛛丝。水蛛喜爱孑孓之类的小虫子，会用腿将它们困住，然后，用有力的一咬结果它们。

对其他大多数种类的蜘蛛来说，雌性要比雄性庞大，但水蛛恰恰相反。这也许是因为雌水蛛要照看卵和宝宝，于是捕猎比较少。又或者是因为如果妈妈本身比较娇小的话，就更容易确保蛛丝房里有空间留给孩子了。

随着孩子的长大，它们会来到外面的水世界。当它们长成少年时，常常会住在自己用空气填满的一个废弃的螺壳里。只有成年后，它们才会在水下织出自己的房子。



第三章
森林中的昆虫

森林中的昆虫喜爱的是多种多样的食物。有些吃树叶和松针，而另一些则会从花朵里收集花粉和花蜜。有些是吃其他小虫子的捕食者，还有很多是小小的清道夫，帮忙清理死去的植物和动物，将它们化为土壤。



潜叶蛾



你有没有过在老师说话时，坐在下面用铅笔乱写乱画？有些昆虫也会做这样的事情，在叶子上涂鸦。

潜叶蛾可能是你最容易看见的涂鸦者了。潜叶的意思是挖出一条条通道，那正是这些蛾子的幼虫所做的事情。

想要看到一只这样的蛾子，你需要找到一棵白杨。这种树很好认：风轻轻一吹，它的叶子就会沙沙地抖动。这是因为连接叶片的叶柄又长又柔软，而叶片本身很重。如果你看到一棵这样的树，就有机会发现它的叶子不都是绿的，而是会布满白色的涂鸦。叶子上的画可以多到让叶子看起来更像是银白色的，而不是绿色的！

这就是潜叶蛾的虫生。它从妈妈产在白杨叶片上的一颗卵开始。一只小小的幼虫会从里面爬出来，直接钻进叶子里。这间育儿室并没有很大的头顶空间，不比这本书的一页纸厚多少。幼虫会在那里度过童年，啃出弯弯曲曲的通道。

如果你仔细观察一片这样的叶子，就会发现这条弯弯曲曲的路一开始很窄，但是逐渐变宽，那是因为幼虫随着进食和成长而变大了。幼虫扁扁的，没有腿。叶子里面的空间太小，长腿只会碍事。

在通道中间，你会看到一条细细的深色条纹，那就是幼虫的便便。最后，这条通道将终止于叶子的边缘。这时，幼虫会把叶子的边缘紧紧地卷在自己身上，就像你睡觉时用羽绒被把自己裹起来一样。现在，这只幼虫会躺在自己的叶片羽绒被下面，长成一只成虫。最终，它羽化而出，变成一只成熟的蛾子飞走了。

巢蛾



有时，你会看到灌木丛和树木全都被缠在白色的丝网中。看起来就像是盛夏时节，有人给它们扮上了万圣节的装束一样。那感觉又或许像进入了一部恐怖电影里。但也许你是找到了稠李巢蛾的幼儿园！

稠李巢蛾的成虫是很小的蛾子。它们的翅膀是白色的，像小小的屋顶一样盖在背上，翅膀上面有很多小黑点。秋天，稠李巢蛾会将卵产在一棵稠李树上，产很多很多卵。第二年春天，一大群小小的黄绿色幼虫就会从卵里钻出来。这里就像一个巨型的幼虫育儿室。一棵树上可能有几百只幼虫，但它们没有玩耍的时间。这些幼虫全部的兴趣就在于吃。它们永远都是饥肠辘辘的！

当这么多幼虫聚在一个地方时，它们很容易成为饥饿的鸟们唾手可得的猎物，所以躲起来对它们来说很重要。幼虫们吐出丝线，织成一张隐蔽自己的大网。这张丝网能把整棵树都罩住。有时，幼虫会一直织下去，直到罩住了正巧倚在树上的篱笆、长椅或者自行车！

在这张网下面，幼虫们可以放心地开吃了。它们可能会把树上所有的绿叶都吞食干净。当它们吃饱了，就会用丝给自己织出一个小小的睡袋，接着就躺在里面，直到成年。夏末，从幼虫到成虫的重组完成，出来的是漂亮的蛾子成虫。它们会产下新的卵，但连续几年都有特别多的幼虫并不常见。这就是为什么稠李树能够活过来——尽管有一段时间它们可能看上去很可怕。

很多蛾子幼虫都喜欢吃叶子，然而它们大多数并不会吐丝结网。在挪威北部，有时会有很多吃叶子的秋白尺蛾幼虫。它们可能会吃掉桦树上的所有绿叶。有时来到蓝莓灌木丛上的话，它们也会吃上面的叶子。

叶子上的糖果店

在稠李树的叶子下面，你会发现两个小小的红疙瘩，有点像是为蚂蚁开的糖果店：这里是稠李生产蚂蚁爱吃的甜甜蜜汁的地方。

云杉上的球蚜

你知道菠萝长在云杉树上吗？不是真的菠萝啦，而是树枝末端的那些或绿色或褐色的肿块。那些肿块，或者说球体，叫作虫瘿，它们看上去活像小菠萝一样。但它们既不是水果，也不是云杉球果。它们是球蚜的房子！

雌性球蚜将卵产在针叶与枝条连接的地方，而当它们的孩子吸吮云杉的汁液时，针叶就鼓起来了。云杉简简单单地就中了招，为球蚜宝宝们建造了一片小小的公寓楼。每只球蚜若虫都住进了自己的房子里。这房子只有一个房间，没有门可开，因此所有球蚜若虫都只能安稳地待在自己屋里，度过整个夏天。但它们拥有足够的食物。它们所需要做的就是把用来吸吮的喙管直接刺进墙壁里，然后便可以吸到最美味的云杉汁液了。

只有在秋天，房门才会打开，那就是菠萝形状的小小肿块裂开的时候。云杉球蚜的成虫爬了出来，这时它们是长着翅膀的完全体。

在云杉林中很容易找到这些像菠萝一样的虫瘿。只要仔细看一眼幼小的云杉树枝条的末端就行啦。初夏，菠萝形虫瘿是绿色的，如果你小心翼翼地切开其中一个，就会看见里面生活着的灰色若虫。它们看起来有一点点像微型绵羊，因为它们会产生细细又卷曲的蜡丝，堆在身体的四周。秋天，虫瘿会变干，成了褐色，你便可以看到这些小公寓是怎样被打开的。到那时，所有的云杉球蚜就都消失了。



臭蜣



有些时候，当你在外面捡蓝莓或者树莓时，会猛然闻到一股特别难闻的气味，就像是屁味和臭烘烘的汗脚味混在一起的味道。这有可能是你惹到了一只臭蝽，它是被称为蝽类的昆虫当中的一员。一些蝽类，包括臭蝽，有点像甲虫，只不过前者背上有一个三角形的标志。此外，所有蝽类都有一根喙管，就像可以刺进植物里面用于吸吮的长长吻部。而浆果就是臭蝽最喜欢把喙管刺进去的东西了。

它待在那里，静静地吸吮着汁液，直到你过来打搅到了它。这让它有些害怕，因为它以为你是一只饥饿的鸟，想把它当早餐吃掉。为了把你吓跑，臭蝽从身体下面的小孔中挤出难闻的黏液，制造了一种令人恶心的气味。如果你的浆果采摘器碰巧挤碎了一只臭蝽，那就更臭了。

这种恶臭的物质会让浆果沾上怪味，但吃掉它并不危险。事实上，世界上有些地方的人还把像这样的蝽当作很棒的食物呢。

蚂蚁与植物

有些植物与蚂蚁算是朋友，会互相帮助。植物帮蚂蚁获取食物，而蚂蚁则帮植物传播种子。

蚂蚁的食物就附在植物的种子上。如果你仔细地看看，比如说，栎木银莲花的种子，很容易就会发现每粒种子上面都牢牢地固定着打包午餐。当蚂蚁把打包午餐带走时，就得把种子一起带上。等回到蚁丘，蚂蚁便把食物咬下来，喂给幼虫，把种子放在一边。这对植物来说就完美啦，它的种子被带到了新的地方。这对蚂蚁来说也很棒，因为它会得到额外的食物。

有些植物也会利用除蚂蚁之外的其他昆虫来传播种子。南非的一种植物是个真正的大骗子：它会结出样子和气味都像羚羊粪便的种子。这种种子对你我来说可能不是很有吸引力，但对蜣螂来说就很诱人了。蜣螂会掩埋真正的粪便，以便在其中产卵。它以为这个种子是一个粪球，于是便把种子滚到一个合适的地点。在那儿，它在土里为种子挖出了一个漂亮的洞。直到这时，蜣螂才意识到自己上当了。我们不太清楚它是怎么意识到的，但我们确实知道，蜣螂不会在种子上产卵，而是直接掉头走开。



钻进土里的食粪金龟

也许你的学校里有一名打扫教室和走廊的保洁员。但你有没有想过，谁会来负责打扫大自然？驼鹿的粪粒粒、绵羊的粪豆豆和牛的粪摊摊都是怎么消失的呢？

可能你见过森林里的清道夫，但对它们的所作所为一无所知。又黑又大的欧洲粪金龟——一种钻土型的食粪金龟——就是其中的一员。钻土型食粪金龟是强壮、贪吃的甲虫。它们的饮食习惯在我们看来非常怪异，因为它们吃的是动物的便便，一天就能吃掉相当于自己体重的便便！钻土型食粪金龟成虫会在一坨动物粪便下面的土中挖出长长的通道，这些通道可以比你的胳膊还长。在通道的尽头，它们建起了一个小小的育儿室。它们从地表把便便拖下来，拖进育儿室里。最后，食粪金龟母亲会在那里产下一颗卵。这就让幼虫在舒适又安全的地下室中有了大量可吃的食物。同时，粪便也被从地表清理掉，与土壤混合在了一起。

下次再看到一只黑色半球形的大甲虫慢慢地爬过小路时，你可以把它轻轻地捡起来，好好看一看。如果你捡到的是一只欧洲粪金龟，就会在它的下腹部看到蓝色或者紫色的光泽。你还会明白为什么这只甲虫爬得这么慢：它的腿就像加长了的铲子一样。这些腿用来挖土很棒，但要在60米赛跑中创纪录，可就不那么好用了。

也许你还会看到一些红褐色的小生物附着在食粪金龟的身上，通常在下腹部。这些小生物就是螨。螨不是昆虫，而是蜘蛛的亲戚。它们没有翅膀，没法自己飞行，所以在食粪金龟身上搭个车，从一坨便便来到另一坨便便就很合理了。尽管这些乘客会让食粪金龟的行走或飞行更加困难，但仍然值得食粪金龟花些时间带上它们，因为螨会将生活在粪里的其他昆虫的幼虫吃掉。这样，就有更多的食物留给钻土型食粪金龟自己的孩子们了。



小蠹和筒蠹

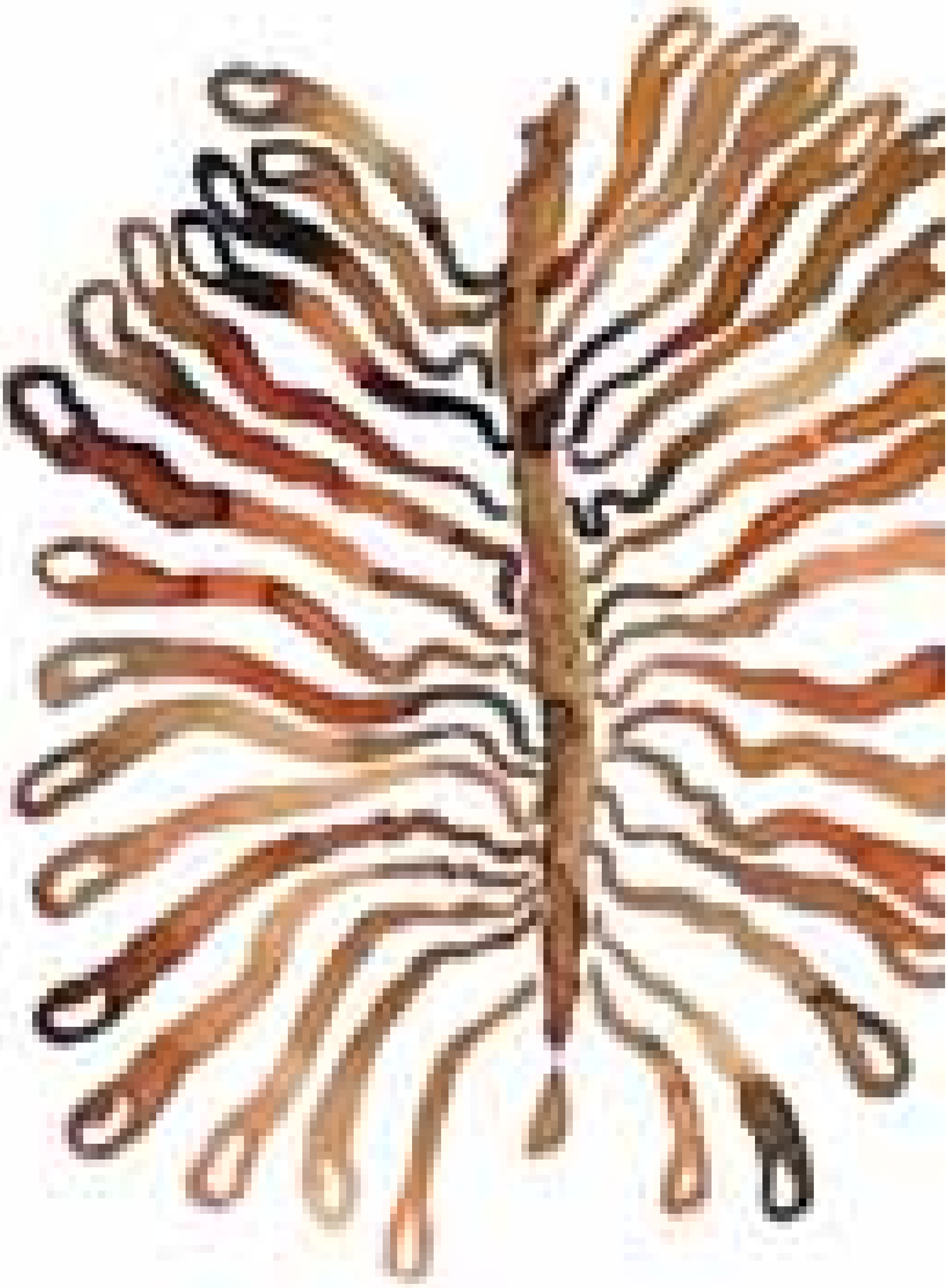
森林中还有其他的清道夫，因为清理粪便只是清理工作中的一件事而已。想想所有那些死去的、需要被吃光的大树吧。这对小小的昆虫来说可是一项巨大的工作。幸运的是，这样的昆虫很多，而且它们有真菌和细菌帮忙。

昆虫的清理工作留下的痕迹很容易辨认。下次你再去森林里，从死树上剥下一块树皮，仔细看看树皮之下的表面。你几乎一定会在木头的表面看到复杂精细的隧道或者通道，又或者在你揭起来的那块树皮的下表面看到。这就是甲虫们的家——它们居住和用餐的地方。

一种常常出现在树皮与木头之间的昆虫是小蠹。小蠹妈妈会在树皮下啃出长长的通道，在那里产下小小的卵。当幼虫孵化出来时，它们就会在木头的表面上吃出一条条路来。如果你仔细看看其中的一条通道，用手指划过它的轨迹，就会发现它越来越宽。那是因为这只昆虫越吃越胖了，它占据了越来越多的空间。

有些时候，由这些通道组成的图案可能看起来像是某种陌生语言中的秘密信息。你可以在桦树上找到这样的图案，有点像是过去的文字，维京人写的那种。维京文字被称为如尼文，因此这些创造了这种奇特图案的昆虫在挪威被称为“如尼甲虫”，而它们的英文名则是船木甲（筒蠹）。

这些甲虫会做出非常聪明的行为——让幼虫带上打包午餐再出门。当筒蠹妈妈产卵时，它会用这些甲虫喜欢吃的一种特殊的真菌将卵盖起来。幼虫孵化时就会被覆盖在这种真菌当中，然后它们会带着真菌在死去的桦木上吃出一条条道路。这样，它们就将真菌种在了自己生活的地方。真菌会成长为幼虫的可口食物。你可以真真切切地看着筒蠹照顾自己通道里的真菌。你看不见真菌本身，但会看到它是如何将幼虫创造的通道周围的木头变成蓝黑色的。



牧场沫蝉

你在夏天见过草丛中一小团一小团的泡沫吗？看起来就像有人往地上吐了唾沫一样。很多人管这种泡沫叫杜鹃鸟的唾沫，但它跟杜鹃鸟可没什么关系。这种唾沫是由一种小小的昆虫宝宝——沫蝉若虫制造的。它像雕塑一样静静地待在那里，用长长的吸吮式吻部吸食着植物汁液。所以对它来说，能够躲避天敌和阳光是个好想法。

若虫“吐唾沫”靠的是从屁股里挤出一种特殊的液体，然后往里面吹气泡。这使液体变成了最细腻的泡沫，就像一场持久的泡泡浴！

当沫蝉长大时，它就会从泡泡浴中出来，跳跃着离开，去寻找一个伴侣。好一位跳高运动员啊！它能够跳出超过自己体长400倍的高度。那就好比你能够跳得比埃菲尔铁塔还高。想想看吧！



天上下口水啦！

在非洲，一大堆的沫蝉一起生活在树上。它们制造的泡沫实在太多了，会像下雨一样从树枝上滴落下来！

第四章
花园中的昆虫

夏天，在花园、公园和缀花草地上是很容易见到昆虫的。胡蜂和熊蜂，蚂蚁和蝴蝶，都会把这些地方当作家园。它们开阔又温暖，适合很多昆虫。要是还有许多不同种类的花可以作为食物，那对虫虫们来说可就是天堂了。



胡蜂



当我说出“蜂”这个字时，你很可能会想到那些身披黄黑条纹的暴脾气之辈。就是那些你夏天在户外吃饭时，老是想要尝尝你的果酱的家伙，被打扰的时候还可能会蜇你。它们就是我们最关注的蜂：胡蜂。虽然有些人觉得它们完全就是讨厌的家伙，但胡蜂实际上可是很有用的。

首先，它们帮助花朵生产种子。和它们一起的还有熊蜂、蜜蜂、蝇类、甲虫、蝴蝶，以及其他很多昆虫。植物会产生一种甜甜的汁液，我们叫它花蜜，胡蜂很喜欢这个东西。它们从一朵花飞到另一朵花，来采集很多这样的花蜜。而随着昆虫在花里爬进爬出地寻找花蜜，它们的身上就会覆上一种花的粉末，也就是花粉。当昆虫带着另一朵花的花粉到来时，这株新被造访的植物就可以产生种子了。胡蜂不像很多熊蜂和蜜蜂那样擅长携带花粉，但它们的数量很多。要想把工作干好，数量也是很重要的。

其次，胡蜂是其他动物的食物。一种叫作蜂鹰的鸟的脸上长着特殊的羽毛。它们喜欢吃胡蜂，这些强韧的羽毛会防止它们挨蜇。胡蜂会吃一点花粉和花蜜，但主要还是吃其他的小虫子。奇怪的是，胡蜂成虫并不能咀嚼自己抓到的动物。它们必须把食物带回家，给胡蜂巢里的幼虫，而幼虫会替它们把食物嚼好。接着，幼虫会吐出一种汁液，成虫将它喝下去。就连人类也可以从这种汁液中得到好处。至少有些运动员认为，如果喝了胡蜂幼虫产生的汁液，他们就能跑得更快更远。

食蚜蝇



昆虫是乔装打扮的专家。有的会装成漂亮的花朵，有的则看起来像一坨鸟屎。有一种毛毛虫会用气把自己吹胀起来，让自己看起来像一条蛇。还有竹节虫，看起来像一根干枯的小树枝。

食蚜蝇很擅长乔装成外表与自己完全不同的昆虫。它们用黄黑相间的条纹伪装自己，让自己看上去跟胡蜂一样。这很聪明，因为它们的天敌会以为它们像胡蜂一样能蜇人，然后转身离去。

但如果你了解自己所寻找的东西，实际上还是很容易发现区别的。食蚜蝇能在空中悬飞，像直升机一样。胡蜂和蜜蜂都做不到这一点。还有，它们长着大大的眼睛，差不多覆盖了整个头部，但它们的触角却短得几乎看不见。胡蜂的眼睛比较小，比较狭长，形状有点像小小的糖豆，而且胡蜂的触角像粗粗的黑线。

你经常会在花园里看到食蚜蝇。它们很善于在花朵之间飞来飞去，传递花粉，这样植物就可以生产种子了。所以，下次你再看到一只食蚜蝇的时候，就该知道它不会蜇你啦。

寄生蜂

世界上除了蜇人的蜂，还有好多别的种类的蜂。光是在挪威，就有几千种蜂类。它们多数不会蜇人，也很不起眼，其中有许多都很小。事实上，世界上最小的昆虫就是蜂。比如热带的小叮当缨小蜂，名字就源于《彼得·潘》里面的仙女。它小到可以停在你一根头发的发梢上。

很多蜂都是寄生者。这意味着它们以吃别的活着的动物为生，通常是其他昆虫。被寄生的动物最后常常会死去。简单来说，它们被从里面吃光了。这听起来让人头皮发麻，但这样的蜂在自然界中很重要，因为它们保证了其他物种不会太多。这一点同样可以为人类所用。在温室里栽培植物的时候，我们可以让这样的蜂为我们工作。寄生蜂可以生活在那里，杀死那些想要吃掉我们的植物的其他小动物。

寄生蜂学会了一些技巧，来帮助自己把卵产在其他虫子的身体里。有些寄生蜂能够在树干上爬来爬去，用自己的脚来倾听动静。这样，它们就能听出树里面有没有一只正在大吃大嚼的甲虫幼虫了。接着，寄生蜂妈妈就可以在丝毫不差的准确位置，把一根长长的管子一扭一扭地扎进树里，刺中里面那只可怜的小幼虫了。它们将卵通过管道送进去——噗！卵最后不偏不倚地来到了幼虫身体的正中间。

还有更怪的事呢！有些寄生蜂能够用这根管子尝出是否已经有另一只寄生蜂在这只幼虫的身体里产了卵。由于这只幼虫身体里的食物往往只够一只寄生蜂幼虫吃的，所以在一只已经被占领的幼虫身上产卵可就不明智了。这就是为什么寄生蜂的管子末端长着一种特殊的舌头。这样的舌头可以让它们尝到幼虫体内是否已经有一颗卵了。



蜜蜂和熊蜂

在炎热的夏日午后去看一朵花，可以很肯定的是，你很快就会捕捉到一只蜜蜂或者熊蜂的身影。在挪威，我们拥有200多种不同的蜜蜂和熊蜂。有些大群大群地住在一起，另一些则要独居才最开心。

蜜蜂属的蜜蜂喜欢群居生活。我们人类从它们那里采集蜂蜜已经有上万年了。后来，人们认识到它们能够建造蜂巢——蜜蜂独有的小房子，这让我们获取蜂蜜变得更容易了。

熊蜂比蜜蜂属的蜜蜂更大，毛更多。它们拥有毛茸茸的大身躯，体表覆盖着黑色、白色、黄色或者橙色的条纹。也许它们会让你想起一个令人爱不释手的小小毛绒玩具?

熊蜂很像蜜蜂属的蜜蜂，群居的时候最开心。但每年秋天，住在一起的熊蜂都会死去，只剩一只。熊蜂蜂王是唯一能活过冬天的。早春的一天，熊蜂蜂王从它像睡美人一样睡了一整个冬天的藏身之处爬出来。它饿极了，这没什么可惊讶的，因为它已经有好几个月不吃不喝了。所以，如果有树上挂着柔荑花序，也就是柳树上长着的毛茸茸的花朵，那就很方便了。它们富含营养和花蜜，对一名饥肠辘辘、想吃早餐的熊蜂妈妈来说味道很棒。

蜂王收集起大量的食物，将它们带回巢里，然后在食物中间产下自己的第一颗卵。这保证了从卵里孵化出来的幼虫有足够的东西可吃，并且不会挨冻。第一批幼虫一长大，就能帮助蜂王为新生幼虫收集食物了。到了盛夏，一只熊蜂可以变成400只。

喜欢独居的蜜蜂种类同样多的是。如果你建造了一座昆虫旅馆，它们就可能搬进你的花园里。昆虫旅馆是一个带孔的大木块，或者是一堆中空的麦秆。这些蜜蜂能够在孔里为幼虫储存食物。接着，它们在食物旁边产下卵。这样一来，你的花园里或者露台上就会有一个小小的蜜蜂幼儿园了。



温暖的柔荑花序

熊蜂喜欢在春寒料峭的日子里停在柳树的柔荑花序上，这没什么可惊讶的。柔荑花序不仅会给予它们足够的食物，还比周围的空气高上几摄氏度。柔荑花序是小小的温室，锁住了太阳辐射，留住了温暖。

蚜虫



如果你看看花园里的蔷薇丛，就可能看到一些浅绿色或者黑色的小昆虫，它们长着细细的触角，屁股后面还有两根排气管一样的东西。你刚刚看到的是一种蚜虫。蚜虫拥有像吸管一样的嘴巴，它们将这根吸管径直刺进蔷薇的枝条里，吸取汁液。当一株植物上有很多蚜虫时，它或许就不能正常又良好地生长了。这并不奇怪，有点像你被一大堆一直在吸你血的蚊子包围。

这就是为什么那些拥有漂亮花园的人不那么待见蚜虫，因为蚜虫实在是太擅长迅速增加自己的数量了。其中的一部分原因在于雌性蚜虫会自我复制，它们不总需要一名雄性来生宝宝。还有，它们不总像一般的昆虫那样产卵，而是直接生下成形的蚜虫，后者在出生时，肚子里面就已经装着新的蚜虫了！

蚜虫的屁股上为什么要长那两根小排气管呢？对啦！蚜虫用它们来发出特殊的气味，这种气味就像大喊“危险！”一样，会让周围的其他蚜虫赶紧逃命。这样，蚜虫也许就能避开一只正在为晚餐捕猎的饥饿瓢虫了。

蚂蚁与蚜虫



蚜虫能让蚂蚁帮自己赶走瓢虫之类想要吃掉它们的动物。因为正像农夫在奶场里养奶牛一样，蚂蚁会将蚜虫当作牲畜来放养，从它们那里获得被称为“蜜露”的糖水。

但蚜虫为什么要生产蜜露呢？这是因为它们的早餐、午餐和下午茶都是植物汁液。它们吸了那么多汁液，结果就摄入了太多太多的糖，所以多余的蜜露就从它们的屁股后面排了出来。这就是蚂蚁追逐的东西。

和我们照顾自己的牲畜一样，蚂蚁也会照顾它们的糖水“奶牛”，将那些想要吃掉蚜虫的蜘蛛、瓢虫和寄生蜂赶走。它们还可能将糖水“奶牛”转移到植物身上汁液最丰美的部位，这有点像我们人类把奶牛赶到一块水草丰茂的夏季牧场上。

只要一个夏天，一座蚁丘里的蚂蚁就能通过放养蚜虫采集到15千克之多的糖。好多的糖呀！

几乎所有蚂蚁都是雌的

蚂蚁在露台的石板上往来匆匆。它们列队前进，穿过林中小路。有时它们会溜进我们的房子，尤其是春天，外面找不到多少食物的时候。但你知道吗？你看到的蚂蚁几乎都是雌的。

因为在蚂蚁的世界里，大家差不多都是雌性。而且老大都是雌性，叫作蚁后。一年只有一次，蚁后会产下孵化为雄性的卵。雄性蚂蚁长大之后有了翅膀，它们会和同样有翅膀的新生蚁后一起飞走。这就是我们所说的飞蚂蚁。于是，当你在炎热的夏日看到有翅膀的蚂蚁时，就知道这是一年中唯一有机会看到蚂蚁爸爸的时候了。但它们永远也不会享有看到自己孩子的快乐。它们飞来飞去几小时，交配，然后就死去了。

这也是其他几类我们常常见到的昆虫的生活方式，包括胡蜂、蜜蜂和熊蜂。它们几乎都是雌的，而这些雌性昆虫中的大多数从来不会有自己的宝宝。反之，它们帮助蜂王照顾它的后代。



远飞的蝴蝶

红纹丽蛱蝶是黑色和橙色相间的漂亮蝴蝶。初秋时节，你会看到它们在夏末的花丛中寻找甜美的花蜜。可想而知，它们喜爱饮用这种甜甜的汁水：蝴蝶们需要积攒很多体力。不久，它们就要飞到很远很远的地方去了。

每年秋天，红纹丽蛱蝶都会从挪威飞到遥远的欧洲南端，一直飞到地中海。它们无法适应挪威寒冷的冬季，如果继续待在那儿，就会被冻死。这就是它们开始一场史诗般的旅程的原因。

几周的飞行之后，红纹丽蛱蝶在地中海附近的一个温暖的国家着陆，但它们对海滩和游泳池可一点兴趣都没有。它们追求的不是嗞嗞作响的冰凉汽水或者奶昔。它们想要的只是一株扎人的荨麻。那是它们的孩子最喜欢的食物。红纹丽蛱蝶会在荨麻上产下小小的绿色的卵，接着它们的生命便结束了。现在，它们的后代将成为新的主角。

从卵中爬出的是幼虫——黑褐色，身上布满刺。那个国家的冬天比挪威温暖得多，整个冬天，幼虫都饱餐着荨麻的叶子。当它们吃到让自己动弹不得时，就会在身体周围建起一层外壳。而在那里面，整只虫子都被重塑了。

外壳裂开的时候，钻出来的是一只红纹丽蛱蝶成虫，做好了飞回挪威的准备。于是，同样的事情又进行了一遍。蝴蝶产下卵，幼虫靠吃挪威扎人的荨麻长胖起来。夏末，你会看到新生的红纹丽蛱蝶落在花朵或者被风吹落的果实上。这时，它们可以用长长的嘴巴吸食花蜜，直到轮到自己踏上史诗般的旅程。



萤火虫



饥饿的萤火虫幼虫

萤火虫成虫没有嘴，根本不吃东西，但它们的幼虫却爱吃蜗牛。它们会给蜗牛注射消化液，将蜗牛壳里的一切物质都变成液体。然后，幼虫就该吸溜吸溜地喝下一份美味的蜗牛奶昔了！

在动物的世界里，外表光鲜的通常是雄性。想想雄性驼鹿头上巨大的鹿角吧。你的鸟食台上的鸟又是什么样的？雄性才是那些拥有最鲜艳色彩的物种。

有一种昆虫是这条法则的例外。对挪威的萤火虫而言——它们实际上是甲虫——雌性才是衣着时髦的，它们有会发光的屁股！在它们体内，化学物质会相互反应，从而产生一种很强的黄绿色的光。不过这些甲虫并不会被烫到，因为这种光不像蜡烛的光，发光的同时不会发热。萤火虫的光是冰冷的。事实上，雄性萤火虫，没错，甚至是卵，也会发出一点点光，但不像雌性发出的光那么强烈和明亮。

可是它们为什么这样发光呢？显然是为了让雄性萤火虫更容易找到和挑选啊。虽然雌性能够炫耀自己闪闪发光的屁股，可它们却不会飞！即使在长大之后，它们仍然拥有像幼虫一样的身体，这意味着它们要指望雄虫飞向自己。所以简便的方法是在身体里长出一座小灯塔来指路，并且发出信号，表明你是满足甲虫标准的好姑娘，因为发出最亮的光的雌性萤火虫，就是那些能够产出最多甲虫宝宝的。

如果你生活在挪威南部，那么在六月下旬温暖的仲夏之夜，你可能足够幸运，能看到一只闪闪发光的雌性萤火虫趴在草地的青草上面。

第五章
家里的昆虫

多数昆虫最喜欢待的地方是大自然里，但有一些种类可能会决定住进我们的家里。尽管它们可能很讨厌，却是相当无害的。



把虫子从家里弄走的妙招

如果你在家里发现了昆虫或者蜘蛛，想把它们赶走，那很容易做到。把一个玻璃杯翻转过来，扣住它们，然后慢慢、轻轻地把一张纸从杯子下面推进去。接下来，把杯子正过来，用纸当盖子。这样，你就可以把虫子从家里弄出去了，就这么简单。

果蝇

你很可能见过果蝇，就是围着你家厨房里的水果无声地飞来飞去的那一群笨笨的小苍蝇。家里有很多这些小苍蝇的时候会让人有点心烦，但它们其实是非常重要的昆虫。为什么？因为它们让我们了解了很多关于我们自身的事情。

果蝇很小，在科学家们努力探索真相的实验室里，它们是非常好用的实验动物。果蝇一直在大量生宝宝。关于典型特征是如何从果蝇父母传递到它们的孩子那里的，我们知道很多。我们可以运用这些知识来发现更多关于人体内部如何运作的事情。果蝇帮助科学家们赢得过重要的奖项。

你以为第一个登上太空的动物是那只叫莱卡的狗吗？其实并不是，果蝇才是最先进入太空的动物。美国人早在1947年就把一枚载着果蝇的火箭发射了上去，想弄明白它们是否能承受住太空的辐射。果蝇借助降落伞，安全而平稳地回到了地球。当然不是每只果蝇配一顶降落伞啦，而是给所有果蝇生活的太空舱配一顶降落伞。事实上，果蝇也是人类最早送去月球轨道的动物之一。



墙上的苍蝇

你有没有想过，苍蝇是如何待在你家墙上的？而且不光是待在上面，就像蜘蛛侠，它们还能一路贴着墙走上去，或者头朝下脚朝上，在天花板上行走。

这是因为苍蝇拥有非常特殊的脚。就在脚的末端，有两只爪子和两个长满了有黏性的毛的垫子。有黏性的毛将苍蝇的脚牢牢地固定在墙上。想要抬脚时，苍蝇会用爪子把黏黏的垫子从墙上抬起来。为了用最小的力气再次抬起脚，苍蝇在爬墙时只会有三只脚同时贴在墙面上。要牢牢抓住天花板则得多费一点力气。那时，苍蝇会将四只脚紧紧地贴在墙面上。

这些聪明的脚在苍蝇想要落在天花板上时也会派上用场。苍蝇停落的方式就像马戏团里演的杂技一样。它们会飞向天花板，就在即将撞上去的时候，伸出前足举过头顶，抓住墙面，把自己荡过去。这有点像后手翻。然后，瞧——这就倒立在那里啦。

家蝇可不好拍。有了能够观察八方的巨大眼睛，它们常常在你的手够到它们之前很久就看见，并且飞走了。还有，它们的身上长着细小的毛，可以感受空气的细微变化。这就是苍蝇拍上有很多孔的原因：不会推动太多前面的空气，这样就更容易攻苍蝇于不备了。



额头上的气球

当苍蝇从有硬壳的蛹中钻出来的时刻到来时，它们的头顶就会吹起一种气球，里面满是昆虫血，最终血多到外壳破裂，苍蝇成虫得以出来。此后，血便慢慢地从气球中流出，于是气球就变得不明显了。

草蛉

在窗户的内侧，你有时也许会看见精致的淡绿色昆虫。它们长着细长的触角，还有看起来像小小蚊帐的翅膀，也像蕾丝——这是它们英文名字[1]的由来。如果你仔细看一眼，就会发现它们拥有金色的眼睛。



草蛉成虫喜欢从缝隙里悄悄爬进房屋里过冬。它们同样会朝着灯光飞行，你可以在户外灯的周围看到它们。但草蛉最喜欢待在花园里。它们的幼虫是贪吃的捕食者，喜欢吃掉大堆大堆的蚜虫。

要是你在花园里发现了一只草蛉，就会看到它的头前面有大颚伸出来，就像恐怖片里面的小怪物一样。草蛉幼虫会用大颚咬住蚜虫，注入一种能将蚜虫的身体内部变成液体的物质。接着，草蛉幼虫便将蚜虫吸干。这一切用时不到一分钟！这种幼虫叫蚜狮不是没有道理的……

当草蛉母亲产下一颗卵时，它会把卵固定在一根长而坚韧的丝线末梢，看起来就像一根末端顶着白头的小小大头针。那个白色的团状物就是卵本身。这样一来，饥饿的蚂蚁就很难抓到卵，把它吃掉。尽管这些丝线比你的一缕头发细得多，但它们仍然极为结实。

危险的屁

在比较炎热的国家有一种草蛉的亲戚，它会通过对着其他昆虫放屁来杀死它们！这种幼虫的屁富含有毒气体，即使是比它大得多的昆虫也会被麻痹，动弹不得。接着，它们就很容易被吃掉了。

---

[1]草蛉的英文名字是“lacewing”，其中“lace”是“蕾丝”的意思。——编者注

衣鱼



你有没有在卫生间见过一开灯就连忙躲在浴缸下面的小小银色生物？如果有，那么你看到的就是衣鱼。它们是简单的无翅昆虫，拥有狭长的身体，屁股后面伸出三根长长的尾须。它们不那么热衷于改

变：几亿年来，它们看上去基本都是一个样！事实上，我们认为它们差不多就是有史以来最早出现的昆虫的模样。

对一只最喜欢吃真菌的饥饿衣鱼来说，房屋里并不总有那么多食物，所以衣鱼的肚子里生活着微小的细菌就变得很方便了。它们会帮衣鱼从那些你绝不会愿意拿来当晚饭吃的东西，比如墙纸或者卫生纸里面，挤出一点点营养。

衣鱼不咬人，不蜇人，也不会让我们生病。但因为它们及其近亲会吃纸，所以当它们去书房逛一圈的时候，可就不是什么好事了。并且，要是有很多很多的衣鱼来你家里定居，那也不怎么妙。

蟑螂

挪威的户外只生活着一种蟑螂。这是一种小型的、褐色的、扁扁的昆虫，它不喜欢待在室内。但有些时候，那些本来属于比较热的国家的蟑螂却藏在旅行箱里，搭车来到了挪威。在这里，它们无法生活在室外，却可以在我们的房子里安家，在里面糟蹋食物，散播难闻的气味。还好这在挪威没有那么普遍。

尽管很多人觉得蟑螂恶心，而且我们绝不想要它们出现在我们的厨房里，但它们仍然能给我们人类带来一些好点子。比如，仿照它们移动的方式，我们造出了微型机器人，因为蟑螂极为擅长四处找路。给蟑螂想象一条障碍赛道吧。在这条赛道上，它们必须挤过比自己窄得多的缝隙，攀越高高的栏杆。蟑螂不仅能轻易做到这一切，还能不减速。并且，蟑螂是我们所知的速度最快的昆虫短跑健将之一，它们可以在一秒内跑出自己身体长度50倍的距离。

蟑螂无孔不入的本领背后的秘密在于它们那有点像日式折纸的身体。你可以把它们捏成一团，放手时，它们就会弹回原来的形状。因为蟑螂很擅长在狭小的空间里来回奔走，所以我们也许能够利用它们在已经倒塌的建筑物里寻找被困的人。实际上，科学家们已经找到了一种远程控制蟑螂的办法。他们将一个装着微型无线电装置的背包安在蟑螂的背上。无线电装置能够发送和接收信号。有了这些信号，科学家们就能在远处操纵蟑螂。蟑螂的背包里还有一个麦克风，能够捕捉人们呼救的声音。这样，楼外的救援队就能操纵蟑螂，在一个他们自己进不去的地方走动，找到需要被救援的人的位置了。科学家们还在制造能够进入狭窄地方的微型机械蟑螂。



数亿年间，住在同一个身体里

早在恐龙出现之前，蟑螂就存在于地球上了，它们现在的样子和那时几乎完全相同。

蠼螋

蠼螋是身体瘦长的褐色昆虫，它们的身体后部长着像剪刀或钳子一样的东西。有些人叫它们“夹夹虫”。虽然蠼螋会用它们的钳子来保护自己，但我们没必要害怕它们。

蠼螋夹人不是很厉害，而且只有在受到打搅时，它们才会夹你。不过，为什么不换个在朋友们面前显摆的方式，告诉他们哪些蠼螋是雌的，哪些是雄的呢？这其实很好观察：雄性长着弯曲的尾钳，就像你弯曲拇指和食指，指尖碰在一起时做出的形状。雌性长着直的尾钳，更像是你用食指和中指比出的剪刀手。雌性尾钳的尖端有弯曲的小钩。

蠼螋是少有的母亲在产卵后还与卵待在一起的昆虫之一。它们会清洗卵，保持卵的洁净。在小小的蠼螋宝宝孵化后，母亲就会用枯萎的叶子和小虫子来喂养它们。

如果你想找到蠼螋，可以去信箱里看一眼。蠼螋常常会从信箱底下的小洞爬进去，在那里聚集。这样，它们就能不被雨淋，以及避开其他想要吃掉它们的动物了。如果你在信箱里找不到，就去地面上一些烂叶子之类的植物残骸下面看看吧。


30

家隅蛛

很多蜘蛛会结网。有些结出来的是好看又规则的网，但生活在我们家里的蜘蛛结的却是杂乱无章的蛛网陷阱，通常结在地下室的角落里。在网的上方，它们拉起丝线，小型的飞虫会撞在上面，落入蛛网陷阱，然后蜘蛛就会以迅雷不及掩耳之势扑到猎物身上撕咬它。运用中空的钳子，它们将致命的毒液注射到猎物体内。家隅蛛快如闪电——它们能在一秒内跑出半米远。

家隅蛛还很大。当长腿伸开时，雌蛛有你手掌大小，虽然其真正的身体长度只有一到两厘米。但你不必惧怕挪威的蜘蛛：挪威的蜘蛛都不危险。尽管其中最大的那些会咬疼你，可它们轻易不会这么做，除非你太过分了。另一方面，家里有蜘蛛是件好事，因为它们会吃其他的虫子。在很多国家，人们认为看见蜘蛛意味着好运。

跟昆虫不一样，蜘蛛没有翅膀。但它们在户外时，还是会用自己奇特的方式飞行：小蜘蛛爬上一根麦秆，在空中抬起屁股，放出一根长长的丝线。当丝线足够长时，风就会将它吹走，还带上了蜘蛛。



分院帽蜘蛛

有一种生活在印度的蜘蛛，其名字来自“哈利·波特”系列图书。这是因为它看起来像那顶决定新生进入霍格沃茨哪个学院的分院帽。



第六章
世界昆虫

挪威有很多奇特有趣的昆虫。但这是一个又小又寒冷的国家，其他国家还有数不清的更加奇特的昆虫。此外，世界各国有很多人在寻找和研究昆虫。如果你长大后成了一名昆虫科学家，也许你能找到和这章的例子一样奇特的昆虫！

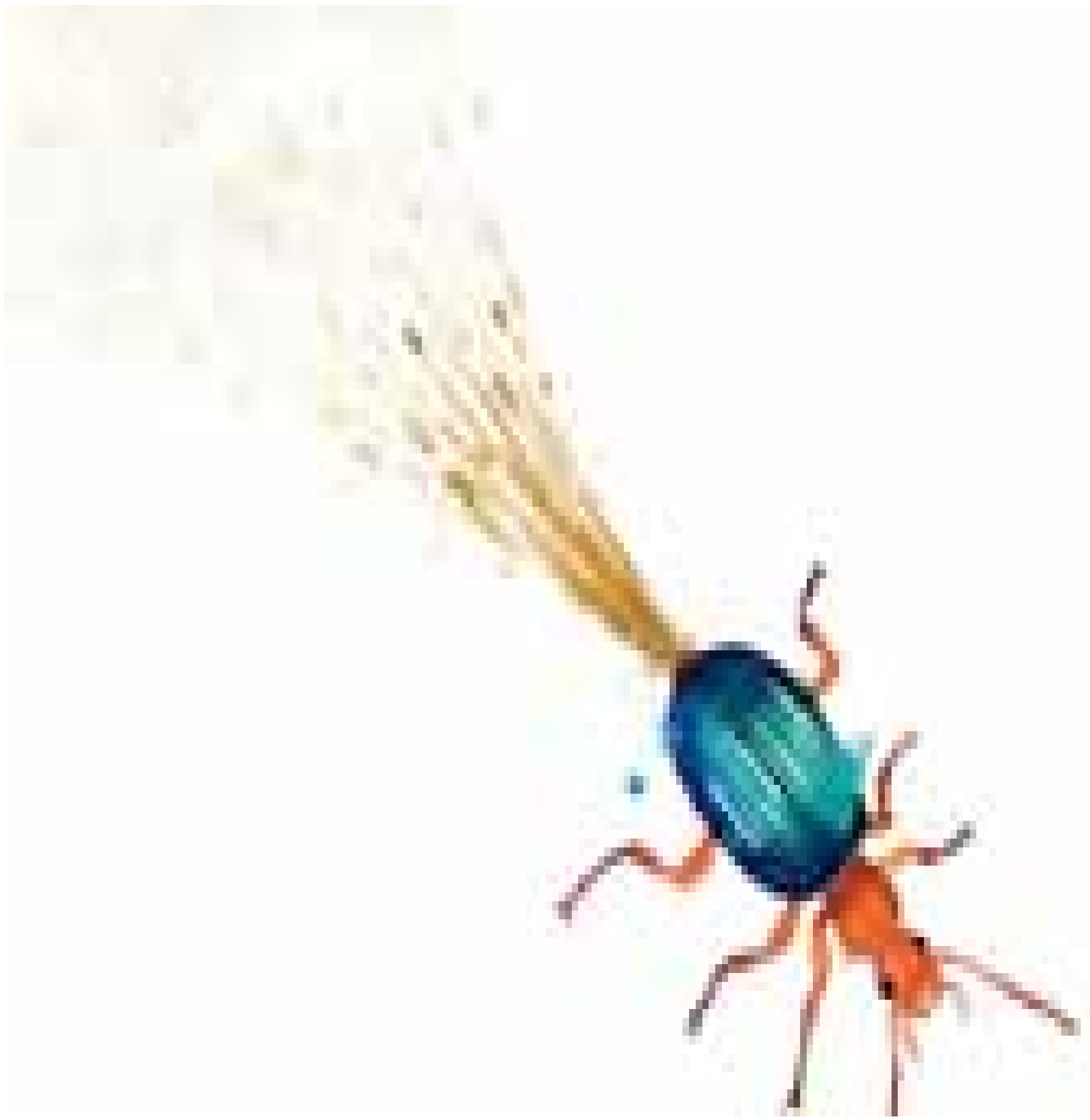


拥有毒药大炮的甲虫

有的甲虫比别的甲虫强悍，能在自己的屁股里搞出爆炸，你说厉害不厉害？这种爆炸会“嘭”的一声，把滚烫的有毒气体喷射出去。这就是人称气步甲的昆虫的本事，尽管我们也许应该叫它毒炮甲虫。

这种甲虫的身体里有两种爆炸性物质。只要不与第三种物质混合，这些爆炸物是很温和的，所以三号物质被储存在甲虫身体里的一个隔离舱中。这个舱室有厚厚的外壁，还有一个通往外面的开口。

如果有饥饿的天敌靠得太近，让气步甲感到不安，它就会开启这些舱室间的连接，把所有物质混合在一起。混合物立刻就开始沸腾了，有毒、滚烫的蒸汽从甲虫的身体后面喷出。气步甲会发射好几次蒸汽大炮，有点像你一下又一下地扣动水枪的扳机。发射毒气云雾的时候，气步甲甚至能瞄准敌人。这些蒸汽大炮热量够高，毒素够强，足以杀死小型昆虫，吓走比较大的动物。



甲虫僵尸

你害怕僵尸——在电影里看到的那些活死人吗？要是怕的话，你最好跳过这一节，因为昆虫世界里的僵尸故事就要来啦。

想象自己在美国，漫步在一片开花的美丽草地上。花上停着大个的甲虫，翅膀展开，伸向两边。突然，你意识到这些甲虫很多都已经死了。它们感染了一种特殊的真菌，变成了某种僵尸。

刚开始，真菌会在甲虫的体内生长。真菌会在里面产生某些化学物质，让甲虫做出十分怪异的举动，即爬到花朵上并咬住花。然后甲虫就死了。甲虫的尸体留在那里，悬挂在花上面。接着夜幕降临。在夜间，真菌开始从甲虫的身体里长出来。诡异的是，甲虫虽然已经死了，却还是会将翅膀张开。由于翅膀向两边展开，真菌就更容易从甲虫的身体里出来了。大团大团微小的“真菌种子”从死去甲虫的身体里飘散而出。第二天，新甲虫来草地上吃花时，它们便落在了这些甲虫身上。



其他时候，一只昆虫也能将另一只昆虫变成某种僵尸。在北美洲，有一种在活瓢虫体内产卵的小寄生蜂。蜂的幼虫会从里面将瓢虫吃光。不可思议的是，在被从内部吃掉的同时，瓢虫仍然能如常地走来走去。但当蜂的幼虫吃掉了瓢虫的五脏六腑，从它的身体里爬出来的那一刻，瓢虫出事了。它突然僵住了，不再移动。接着，它一动不动地站着，好像是死了。

在瓢虫的六条腿之间，蜂的幼虫会给自己织出一间丝质的小房子，用僵尸瓢虫当屋顶。在房子里面，寄生蜂改变自己的身体，从幼虫变成蜂。同时，寄生蜂还能够控制瓢虫，让它站岗。每当有天敌离得太近时，瓢虫就会猛地一动，把袭击者吓跑。以这样的方式，寄生蜂得以安稳地变身。当蜂破蛹而出时，它就会飞走。通常，瓢虫到这里就真的死了。

列队行进的毛毛虫

在欧洲南部，你会发现列队行进的毛毛虫。它们排成长长的一列行走，头尾相接。整个队列可以达到几米长。

像这样的毛毛虫被称为列队毛虫。“列队”是一个优雅的叫法，挪威人在宪法日上会列队行军。这些毛毛虫在南欧最常见，但近些年，随着气候变暖，它们已经往北移动了。

在春天，可能有几百只毛毛虫排着这样的队列行走。队形能够保持，是因为毛虫们始终触碰着前面那只毛虫的毛。它们正赶往一个土地松软的地方。它们会将自己埋在那里，之后变成蛾子成虫。

不幸的是，这些毛对人类和我们的宠物有害，尤其是在南欧的秋季和暖冬。那时，毛虫们集体住在大型的毛毛虫幼儿园，藏在它们于树上结的丝网之下。在傍晚和夜间，它们常常排成短队，四处游走，寻找冷杉的针叶或者橡树叶来吃。这些毛毛虫的毛很松散，能被风吹走。如果落在你的皮肤上，就会刺痛你，引起瘙痒和溃烂。那感觉有点像被荨麻扎了，只不过这种刺痛会持续两周，而不只是两分钟。闻过或舔过这些毛毛虫的猫狗最后可能会非常麻烦。

这些毛是这种毛虫用来对付想要吃掉它们的鸟的防御武器。然而它们并不总是那么管用，因为有些鸟已经学会了在吃掉毛毛虫之前刮掉这些毒毛。

看到这些列队行进的毛毛虫，人们心里是有点激动的。但鸟吃掉其中一些是件好事，这样的话，这些讨人厌的蜇毛就会少一些，而且树木的针叶和叶子也就不受打扰了。



明亮的萤火虫

在本书前面的部分，你读到了挪威的发光甲虫——萤火虫（特指挪威的这一品种），其他国家同样有体内能发光的昆虫。

亚洲同一地区的所有萤火虫都彼此协调在一个时间闪光。如果受到打扰，闪光会出现一段时间的混乱，但接着它们又回到了同样的节奏。几百只萤火虫在完全相同的时间闪光，这就好像有人在将开关拨来拨去。

在北美洲，只有雌性萤火虫会闪光。每个物种都有自己独特的闪光信号，长闪光和短闪光以特定的顺序闪耀。由此，雌性得以欺骗其他物种，轻易捕到一点晚餐。事实上，有些雌性自学成才，学会了另一种萤火虫的闪光信号。这会吸引雄性飞过来，希望遇到一只可以与自己交配的同种雌性，却反而被吃了个干净！

其他一些昆虫也会发光。新西兰的一个洞穴就因此闻名：它的整个洞顶都布满了发出瘆人蓝光的扁角菌蚊幼虫。

萤火虫灯

过去，人们常会收集萤火虫，将它们装在一个笼子或者罐子里，用作明灯。



用头当门，或者用身体当蜜罐的蚂蚁



蚂蚁和我们人类很相似。跟我们一样，它们数量很多，并且生活在世界各地，除了一些只有冰雪而别无他物的地方。蚂蚁在巨大的社群中共同生活，并且划分出了不同的工种。它们能够使用气味和声音

两类信号“互相交谈”。蚂蚁会照顾自己的孩子，但它们也会与其他的蚁群开战，获取奴隶。

大多数最为怪异的事情，你都可以在蚂蚁的生活中找到。举个例子，没有生为一只龟蚁可以说非常幸运了，因为龟蚁会长着一个门板形的脑袋！它生活在甲虫于树里啃出来的旧通道里。这些甲虫通道往往有很多入口，其中一些有时需要被堵住。这就意味着有些蚂蚁得一动不动地站在那里，用它们奇形怪状的大头当门。

当一只蜜罐蚁会好一点吗？这个种类中的有些蚂蚁被变成了活的蜜罐。它们倒挂在一个特殊的房间里，而其他蚂蚁则进来，喂给它们蜜露，很多很多蜜露。实际上喂得太多了，以至于它们的肚子膨胀再膨胀，有点像你给一个气球灌满水的样子。这些蚂蚁的肚子鼓到了一颗葡萄的大小。它们无法行走，只能吊在那里，等待着。

重要的是，当外面找不到多少食物时，这些活蜜罐就派上用场了。这时，蜜罐蚁就会把蜜露吐给蚁群中的其他蚂蚁。仅仅一只这样的蜜罐蚁，就存有足以养活一百只蚂蚁两周的食物！

蚂蚁与男子气概

有一种蚂蚁拥有全世界的昆虫中蜇得人最痛的蜇刺。在巴西雨林的一个部落中，新战士必须让自己一遍遍地被这些蚂蚁蜇，才能证明自己足够坚强。

后记

你与昆虫



雨林里有一种铗蠓，是非常微小的蚊类昆虫，但它们不吸血。相反，它们会做一些我们应该感到高兴的事：在可可树之间飞来飞去，帮助可可花结出可可果。而可可果就是我们人类用来制作巧克力的原料。事实上，如果没有这种小蚊子，我们根本就不会有巧克力了！下次再有一只蚊子或者蕈蚊在你周围嗡嗡嗡地讨人厌时，想想这个也许会对你有点帮助。

除了巧克力，昆虫还会带给我们很多其他有用的东西。当然了，蜜蜂给我们蜂蜜，但也有蜂蜡，可以用来做蜡烛，以及让苹果看起来有光泽。在中国，人们用数十亿只蚕吐出的丝线织出光艳美丽的丝绸织物，以此来制作服装等。你吃的糖果以及很多其他食品中的红色，往往来自生活在比我们国家（挪威）更炎热的一些国家的仙人掌上的一种小昆虫。

此外，我们需要昆虫来帮助大多数野生开花植物和食用植物产生种子，就像铗蠓与巧克力的例子。而草莓、苹果、蓝莓、覆盆子等很多植物则需要昆虫的帮助，来结出诱人的果实。

昆虫还会做很多我们看不见或者没有多想的事情，比如对大自然和我们生活的地方进行清洁。与真菌和小小的细菌一道，昆虫确保了任何死去的东西——不论是一株栎木银莲花、一棵云杉、一只老鼠，还是一只驼鹿——最后都将变成土壤。只有到那时，新生植物才会在营养丰富的土壤中生长。

我们的城市同样需要这些小小的保洁员来吃掉地上的食物残渣。在美国纽约的市中心，科学家们发现，蚂蚁每年会吃掉相当于60,000个热狗的食物残渣!

作为更大的动物的食物，昆虫同样至关重要。鱼、蛙和蝙蝠都喜欢吃昆虫。多数鸟类要想填饱自己的肚子，也需要去寻找昆虫，而且它们需要很多很多虫子！想象一下，要是把地球上所有鸟类一年所吃的昆虫都堆在跷跷板的一端，那你需要把地球上的所有人放在另一端，才能让跷跷板平衡。换句话说，得有巨量的昆虫，才能保证鸟们吃得上早餐和晚餐!

还有很多人也吃昆虫。在挪威的我们会觉得这很怪，但这主要是习惯问题。蝗虫粉实际上非常健康，如果我们把它制成普通的食品，

不会跟平时吃的东西有多大不同。

多数人不怎么懂昆虫。可它们如此有趣又如此有用，我们都应该多了解一点！这么做有意义，还因为全世界的科学家都发现，很多种类的昆虫的数量正在减少。这不是好事，因为这意味着帮助生产巧克力和草莓的昆虫少了，清扫大自然的昆虫少了，填饱鸟肚子的昆虫也少了。这就是我们应该关心昆虫和它们的处境的原因。

既然你读了本书，那么你就比多数人更懂昆虫了，但我希望你愿意继续了解更多！也许你会想读其他的书，或者想找到能够在上面学到更多昆虫知识的网站。我则最最希望你到户外去寻找昆虫，用这种方式来进一步了解它们。你不必走得很远，因为只要你细心地看看自己身边，就会在这里或那里，在各个地方看到我们六条腿的小小朋友。瞧瞧窗台和屋外的灯下。掀起几块石头，或者看看森林里死去的树干的树皮下面。不管找到什么，都把它们轻轻地放在盖子上有几个透气孔的透明盒子或者空果酱瓶里。这样，你就能在放生之前多看这些虫子一会儿了。

或许你可以让大人帮你弄点在池塘里或者小溪里抓虫用的装备。滤网就不错，如果你家厨房里有一个的话。或者，你可以在一个带手柄又结实的塑料容器底下戳很多孔。然后，你就可以拖着这个容器轻轻地在池塘底部经过，再把里面的东西全都倒进一个白盒子里，让泥巴沉到底下。这样，你将更容易看见活动在里面的小小水生昆虫。也许你会找到一些我在这本书里写过的昆虫！

附录
挪威最常见的昆虫类群

昆虫的种类五花八门。光是在挪威，我们就知道差不多19,000种不同的昆虫！我们管昆虫的不同种类叫“物种”。七星瓢虫就是物种的一个例子。根据这些物种彼此之间亲缘关系的远近，我们可以把它们分成不同的类群。接下来的几页，你会了解一点关于挪威最重要的昆虫类群的事情。

从小时候到长大，形态彻底改变的昆虫

这些昆虫的幼虫一点也不像它们的成虫。幼虫会化蛹，意思就是它们在自己周围形成了一个外壳。在壳里，它们的整个身体都被重新构建，变成了成虫。一旦重建完成，蛹就会裂开，成虫会爬出去。我们国家（挪威）的多数昆虫过的都是这种生活。

甲虫



甲虫有两只坚硬、不透明的前翅，这意味着你无法透过前翅看到下面的身体。当甲虫静静地待在那里时，这对翅膀就像一层甲壳盖在身体的后部，看上去一点也不像真的翅膀。你在瓢虫背上看到的带黑点的红色部分就是这对翅膀。它们的下面是另一对薄薄的翅膀，整齐地折叠在一起。甲虫既能生活在水中，也能生活在陆地上。食粪金龟和很多在森林中搞清洁的昆虫都是甲虫。

膜翅目昆虫



这是一个很酷炫的名字，包括各种各样你很了解的昆虫。蚂蚁、蜜蜂、熊蜂和胡蜂都是膜翅目昆虫。它们中有很多都以大型社群的形式共同生活，但成千上万个你很可能没见过的微小物种也属于这个类群，其中有很多是从内部吃掉其他昆虫的寄生者。

蝴蝶和蛾子



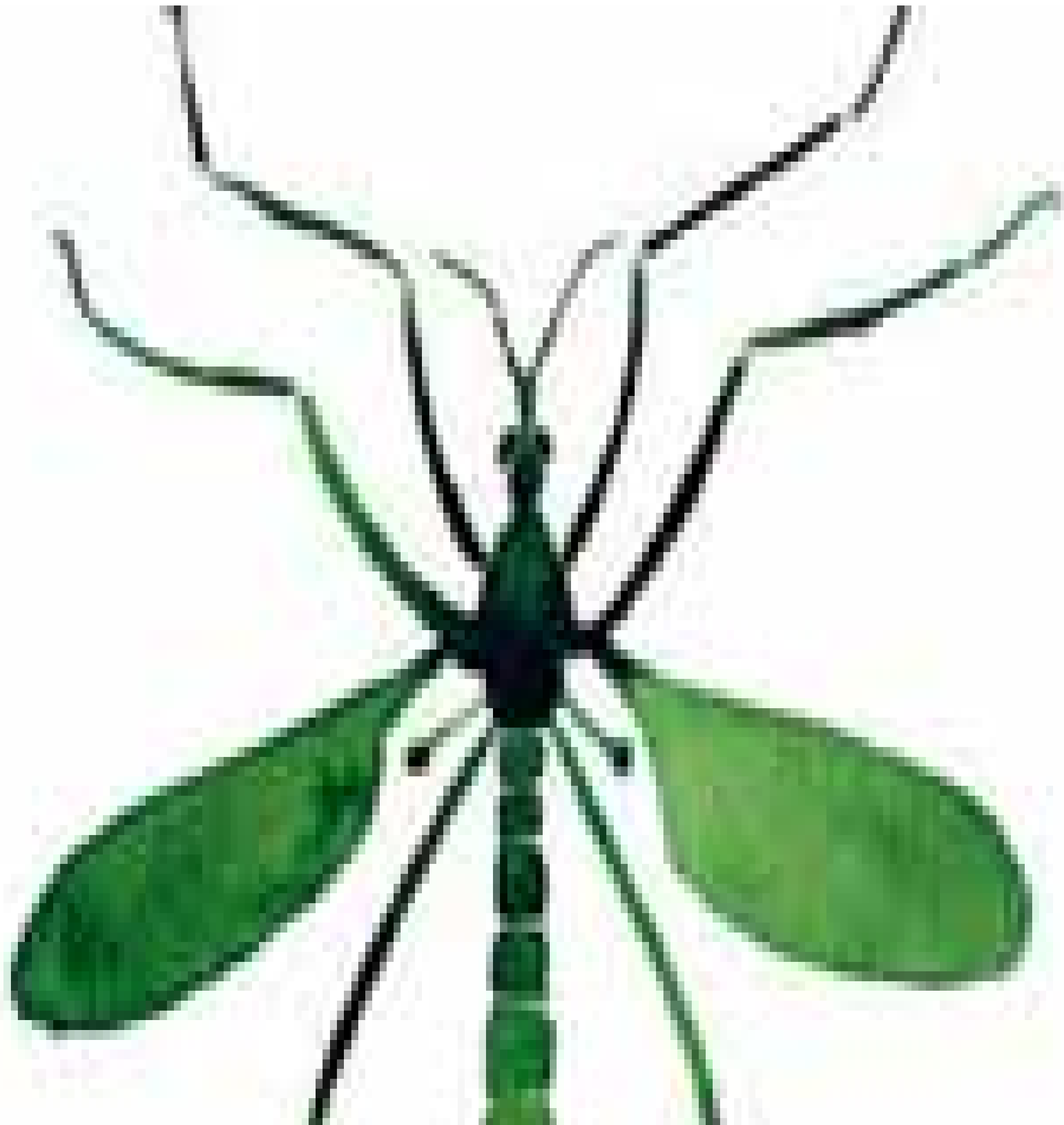
蝴蝶和蛾子的翅膀上覆盖着微小的鳞片，就像屋顶上的瓦。我们最熟悉的物种是你在白天看到的色彩鲜艳的大蝴蝶，比如红纹丽蛱蝶。在挪威，这个类群的多数昆虫是灰色或者褐色的蛾子，它们最喜欢在夜间飞来飞去，比如巢蛾。

石蛾



石蛾在幼虫阶段生活在水里，而其成虫则生活在陆地上。它们看上去像蛾子，但翅膀上却覆盖着微小的毛，而不是鳞片。休息时，它们的翅膀斜斜地盖在身体上，像屋顶一样。石蛾长着细长的触角。

苍蝇和蚊子



苍蝇和蚊子以及它们的近亲没有后翅。反之，在应该长后翅的地方，它们长了棒状的小装置。这些小装置像是两根有头的小小大头针。如果你看看大蚊——那些在秋天很多见的长腿大昆虫，就很容易看到这些小装置。苍蝇、牛虻、蚊子、蕈蚊和大蚊都属于这个类群。

从小时候到长大，形态逐步变化的昆虫

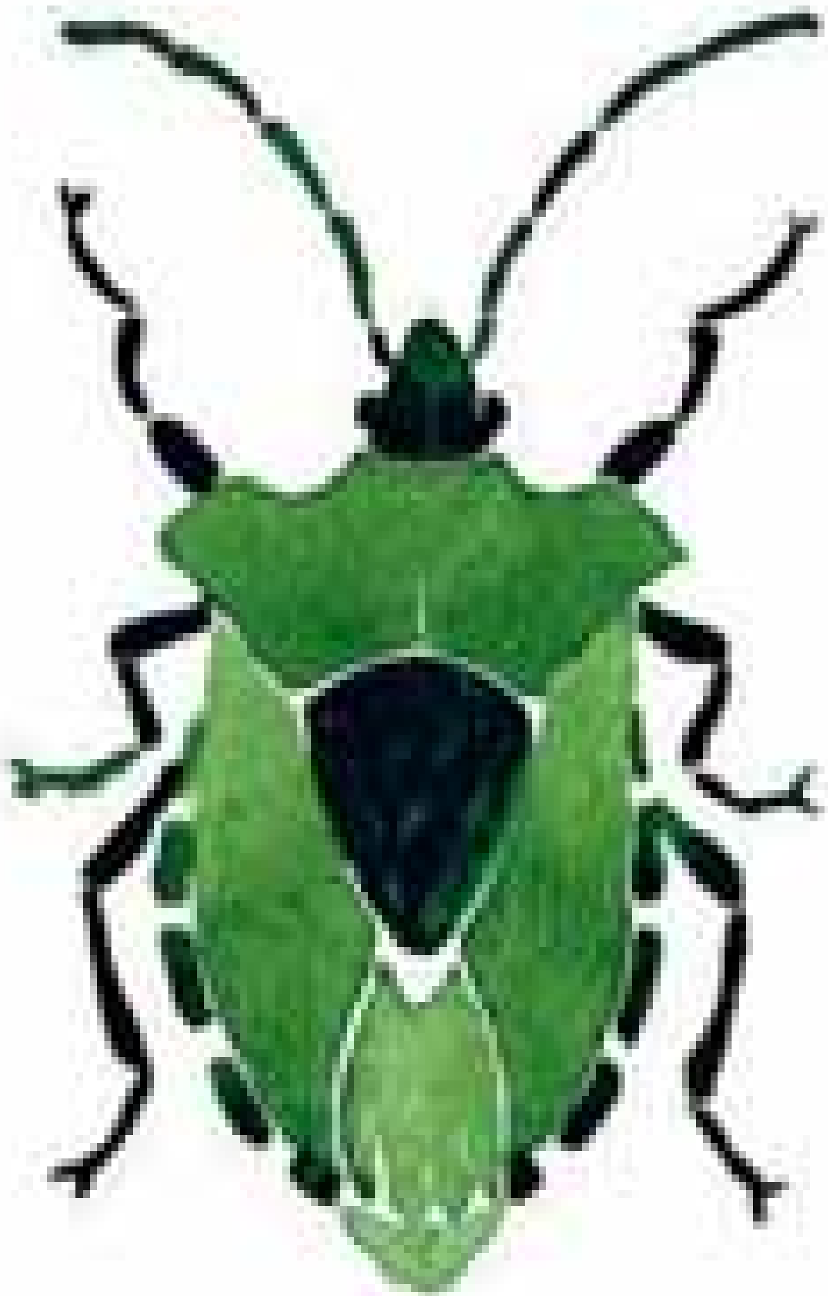
这些昆虫的幼体叫作若虫。若虫很像成虫，但没有像样的翅膀，也不会生宝宝。若虫会蜕几次皮，最后一次蜕皮就是它们变成成虫的时候。

衣鱼



衣鱼是很简单的昆虫。它们没有翅膀，也几乎没有眼睛。在它们有点像胡萝卜形状的身体末端，有三根长长的尾须。它们的身体覆盖着小小的鳞片。

蝽、蝉和蚜虫



蝉和各种蚜虫属于一个被我们叫作半翅目的类群。它们都长着鸟喙状的嘴，就像某种吸管一样。它们用这些吸管式的嘴去吸食食物，无论是植物汁液还是另一只昆虫的体液。有些蝽类可能看起来有点像甲虫，但你可以通过它们背上的三角形标记将其区分开来。这些蝽类包括龟蝽和臭蝽。蝉类，比如沫蝉的身形更像青蛙，能够跳跃。云杉球蚜和蚜虫都属于蚜虫大类。

蜻蜓和豆娘



这些大型昆虫很好辨认。它们拥有瘦长的身体、四只非常相似的翅膀和一个长有巨型眼睛的大脑袋。它们的若虫生活在水里。蜻蜓大而有力，总是把翅膀伸向两边。豆娘比较小，往往颜色亮丽，休息时，它们能够将翅膀并拢，置于长长的身体上方。

蜉蝣



蜉蝣的幼体或者说若虫生活在水里。你可以通过它们静静停落时笔直地举在空中的翅膀来识别它们的成虫。它们的前翅很大，是三角形的，而后翅很小，屁股后面还有两三根长长的尾须。

螽斯、蝗虫和蟋蟀



这些昆虫往往长有强有力的、用来跳跃的后腿。它们多数都很大，很多能够发出我们听得见的声音。它们是通过用其中一只翅膀摩擦腿或者另一只翅膀来发出这样的声音的。

聆 听 波 澜 壮 阔 的 自 然 史 诗 ， 亲 眼 见 证 意 识 外 围 的 生 命 奇 迹

出生，生根，成长，成熟，死亡

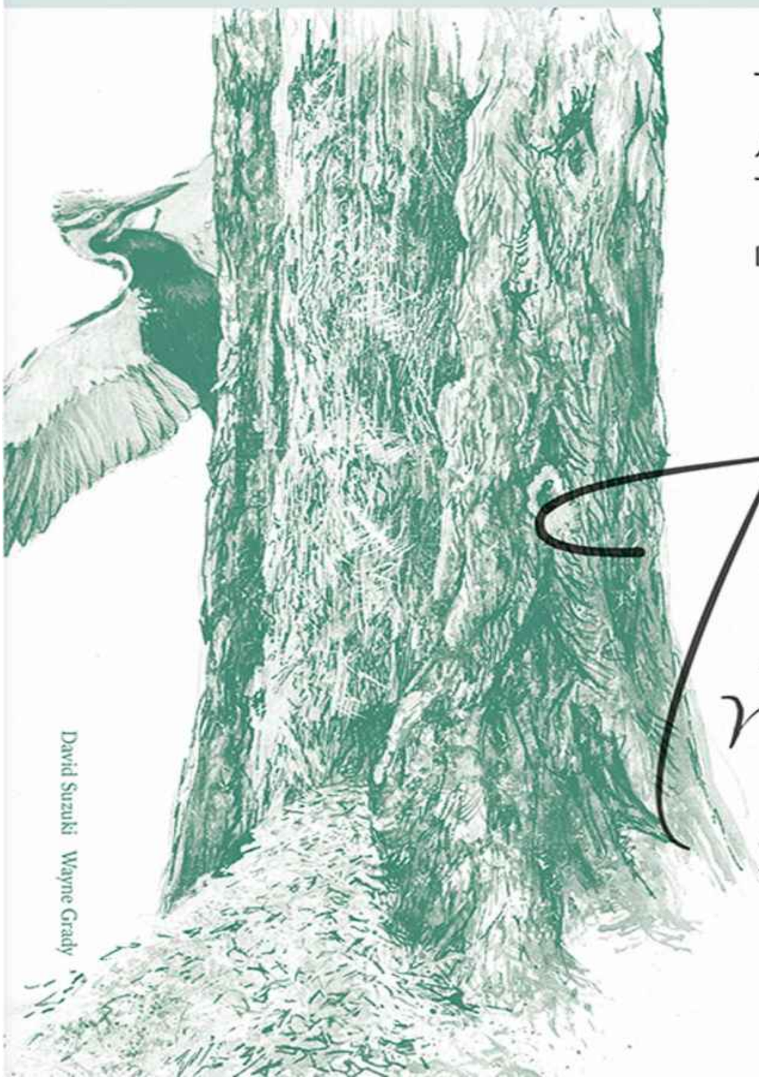
这是一棵树的故事，
也是地球上所有生命的故事

联合国教科文组织
卡林加奖得主铃木大卫

畅销十五年经典作品

一棵花旗松的生命之旅

[加] 铃木大卫 [加] 韦恩·格雷迪 著
林茂昌　黎湛平 译



Tree

A Life Story

七百年的漫长岁月，它不断成长，也面临考验；
它会帮助他人，也会保护自己。

湖南文艺出版社　博集天卷

版权信息

书名：一棵花旗松的生命之旅
作者：【加】铃木大卫 【加】韦恩·格雷迪
译者：林茂昌 黎湛平
出版社：湖南文艺出版社
出版时间：2019-09-01
ISBN：9787540492267

本书由天津博集新媒科技有限公司授权发行

版权所有 侵权必究

目录
CONTENTS

致谢
楔子 树，拥抱了全世界
第一章 出生
第二章 生根
第三章 成长
第四章 成熟
第五章 死亡
重要名词对照表

谨以本书献给埃伦·亚当斯（Ellen Adams），

最初认识时，她还是不列颠哥伦比亚大学

动物学的研究生。

她聪明、活泼，兴趣远远超出了动物学的领域。

她太年轻就辞世了。

她慷慨支持了铃木大卫基金会的工作，

并协助本书付梓。

——铃木大卫

致谢

一本书就如同森林里的一棵树，与周围大量的同类相联结，因而得以生存。我们要感谢许多研究花旗松的生物学家及研究人员，把这种植物神奇的特性公之于世。我们也要感谢灰石书社（Greystone Books）的罗布·桑德斯，热心而不懈地催促我们完成本书手稿。

南希·弗莱特以惯有的敏锐感为我们阅读初稿，并提供了优秀的指导；内奥米·保尔斯的文字编辑技巧让我们免于窘态毕露，我们要向他们致上深深的谢意。我们还要感谢亚历克斯·加布里埃尔，他为本书搜集了研究资料，表现可圈可点。我们很荣幸能够请到罗伯特·贝特曼为本书创作精彩的绘画作品。

还有很多朋友在本书的制作过程中提供了各种协助，这些朋友包括：卡伦·兰德曼、克里斯·波洛克、拉里·斯坎伦、真尼·冈恩、弗兰克·胡克、埃洛伊斯·亚克斯利及费萨尔·慕拉。

楔子

树，拥抱了全世界

本书是一棵树——花旗松的传记，但任何一棵树——澳大利亚的桉树、印度的榕树、英国的栎树、非洲的猴面包树、来自亚马孙的桃花心木，或是黎巴嫩的雪松——都可以作为本书的主角。所有的树，都证明了演化的奥妙，以及生命适应意外挑战，让自己在一大段时间里永续长存的能力。

树安稳地根植在地上，向天空伸展。在这个星球上的每个角落，树以非常丰富的形式和功能，真正地拥抱了全世界。它们的叶子吸收太阳能，成为所有陆地动物的福利，并把汹涌的流水转化成大气中的水蒸气。它们的枝与干为哺乳动物、鸟类、两栖动物、昆虫及其他植物提供庇护所、食物和栖息地。它们的根则定植于岩石和土壤的神秘地底世界。树是地球上活得最长的生物，它们的生命长度，远超过我们的存在、经验和记忆。树是卓越的生命。然而它们矗立着，宛如生命舞台上的多余角色，永远是周遭不断变化之活动的背景，如此熟悉而又如此无所不在，以至于我们很少去注意它们。

我出于自愿，经过修习而成为一名动物学者。我这一生中，动物一直是我所关心和热爱的对象。我最先认识的动物就是我的父母、兄弟姊妹和玩伴，然后才是我的狗史波特。我的父母是非常喜欢种花的人，但植物从未让我感到兴奋；它们既不可爱，又不会动，也不会叫几声。钓鱼是我儿时的嗜好，蝾螈和青蛙是到水沟及沼泽探险时所抓到的奖品，而种类繁多的昆虫，特别是甲虫，一直让我迷恋不已。难怪我长大后的职业是遗传学者，研究黑腹果蝇这种昆虫。

那么，为什么一个喜爱动物的人会写一本关于树的书？自从蕾切尔·卡森的经典之作《寂静的春天》让全世界把焦点放在环境的重要性上之后，大家已经对破坏世界森林的行为及缺乏永续性的工业化林业实践多有谴责。和许多行动主义者一样，我参与过保护南美洲、北美洲、亚洲和澳大利亚原始森林的活动，但我所关心的，主要是这种森林为其他生物所提供的栖息地、森林中生物多样性的丧失，以及它们

在全球变暖中所发挥的作用。最后，是我岛上小屋附近的一棵树感动了我，让我了解到一棵树是如此神奇。

我的小屋前有一条小径蜿蜒至海边，在土壤结束、沙滩开始之处，坡度很陡。就在此处，土壤边缘，矗立着一株宏伟的花旗松，高达五十多米，周长大约有五米。它也许有四百岁，这表示其生命开始之时，大约就是莎士比亚开始写《李尔王》的时候。这棵树很特别，因为它从沙滩上方的堤边水平伸出，然后以三十度角弯转而上，最后转为垂直向上。树干水平的那一段是坐着或开始攀爬的好地方，我们在树干的上升段挂了一些绳子，吊着秋千和吊床。

那棵树忍受我们的活动，提供阴凉，喂养松鼠和花栗鼠，并让老鹰及乌鸦栖息，但它总是徘徊在我们的意识外围。有一天，我懒洋洋地看着这棵树畸形的树干，竟猛然意识到，几百年前，在这棵树才开始生长的时候——哦，大约是牛顿在英国观察到苹果从树上掉下来的时候——它最初生长发芽的土地，应该曾经往海边滑动过，造成这棵树以歪斜的角度从沙滩上伸出。年轻的茎必须改变生长形态，才能继续向上爬升、接受光线。多年后，应该又有一次土地滑动，造成树干进一步往下掉，以至于水平，而还要再经历向上弯曲生长，才能变得垂直。那棵树是无言的历史证据。

任何一棵树的生命历程都充满了风险。树不会动，却必须尽其所能，把花粉抛离自己的土地，愈远愈好，然后再把种子散播到自己的势力范围内。树已经演化出许多神奇的机制来完成这项任务，从利用动物作为传播媒介，到将螺旋桨、降落伞和弹弓安装在种子坚硬的外壳上。任何人只要见过常绿林上端的花粉雾、棉白杨的柔荑花序在安静溪畔所形成的薄纱云，或是栎树在结实的丰年里成堆的栎实，就会知道，树为了确保非常少数的幸存者，竟是如此放肆浪费。一粒种子，不论落于何处，其命运已定，对大多数的种子而言，这表示它只能躺着，暴露于昆虫、鸟类或哺乳类动物的掠食下，在石头上枯死，或在水中淹死。即使种子落在土壤上，未来也未必高枕无忧。那一丁点的原生质，包含了所有来自亲代的遗传，储存着其首次发芽所需的养分，还有一套基因蓝图，通知这株生长中的植物要向下扎根、向上长茎，还告诉它如何抓住能量、水及生命所需的物质。它的生命已经被设计好了。然而，它还必须有足够的灵活性，以应付意想不到的暴风雨、旱灾、火灾和掠食者。

一旦种子的第一条根穿进土壤，这颗种子就和地球上的这个地点结下了不解之缘，它未来数个世纪将在此地取得生存和生长所需的所有物质。它必须从空气和土壤中得到所有必要的元素以制成分子，形成结构，使树能直立，离地数十甚至数百米，并重达数十吨，抵抗火、风的破坏力。人类的巧思和科技，永远都无法和每棵树与生俱来的力量和韧性匹敌。只要有阳光、二氧化碳、水、氮和一些微量元素，一棵树就能制造出一整套复杂分子，而这些分子就是树身结构和新陈代谢的建构基础。为了完成这项技艺，树聘请真菌来帮忙，真菌将树根和根毛包裹起来，像一层细丝饰品似的，把土壤中的微量元素和水析出，和树交换树叶制造出来的糖分。

树的原生质里包含着能量存储器和其他分子，这些物质是其他生物所无法抗拒的诱惑。对付掠食者，树无法跑掉、躲藏或攻打，但它们也不是无助的受害者。它们的树皮就像一层盔甲，而且会制造各种强效化合物，作为毒药或对付入侵者的驱虫剂。树如果遭到昆虫攻击，就会产生挥发性化合物，它不只驱赶昆虫，还可以警告附近的树有危险，刺激它们合成驱虫剂。树的细胞为真菌提供食宿，这些客人则把所制造的避免细菌感染的物质作为回报。如果疾病或害虫得逞，树也许会把受害区域封起来，牺牲枝干或其他部位，以求其余部分得以生存。在土壤中，树群中的树根也许会相互混杂，几乎融为一体，树与树之间便得以沟通、交换物质并相互协助。没有一棵树是孤岛，树是社区公民，从合作、分享和相互帮忙中获得好处，这和任何生物从参与完整运作的生态系统中所获得的好处是一样的。

一段时间之后，即使是最坚韧的树也会被无情地戳伤、穿透、腐蚀和削弱。树的死亡讯号并不是心跳停止、脑死亡或咽下最后一口气。濒死的树还会断断续续地运作：根企图把养分和水分经由堵塞而残破不堪的管线送回来；光合作用零零星星地进行。最后，树变成了一堆没有生命的枯立木，但依旧支撑着为数庞大的其他生命。当它最终倒下时，腐烂的树身仍旧喂养和支撑着继起生命，达数世纪之久。

纵观历史，我们一直在思考人类和地球上其他生命的关系。过去，许多人认为，我们不只和动物，而且还和所有绿色植物相互依存，有着亲缘关系。他们想象宇宙如何形成，人类何时及为何出现，以及事情的来龙去脉。这些在各个文化中传述的故事，反映了塑造着各民族世界观的观察、想法和推测。

科学代表一种完全不同却很有力量的观察世界的方法。把焦点放在自然中的一小部分，控制所有的干扰因素，并测量和描述某个特定片段，我们就得到了深入的看法——对那个片段的看法。在此过程中，科学家忽略了那一小部分存在的背景环境，不再去看当初使那个片段变得有趣的韵律、周期和形态。科学观点处在一个变动中的稳定状态，因为新的观察而被不断地深化、改变，甚或弃置。在本书中，我们试着重拾门外汉的好奇心和怀疑心态，并辅以科学家目前所获取的信息。一段时间之后，细节仍将有所改变、有所增添，但万象依旧如往常一样神奇而耀眼。

一棵树的故事，把我们和其他时空及世界各个角落联结起来。本书讲的就是这么一个故事。但这个故事也是被称为地球的这片土地上的所有树以及所有生命的故事。

铃木大卫

二〇〇四年六月



小屋旁的花旗松

第一章
出生

大约这个时候，我们的种子就浸在阳光里，旁边有些掉落的石头和岩屑，阿兹特克帝国则正在建设首都特诺奇蒂特兰城，现在被称为墨西哥城。

树会扭曲时间。

约翰·福尔斯《树》

一道闪电照亮了天空，打在林木丛生的山脊最高点。山顶并未着火，这些树既年轻又强壮，但在低一点的地方，多年来的枯立木和落枝已经累积成一堆干燥的火种。一株枯立木燃烧了数天，还带着余烬的木炭掉到了下面的岩石土壤上。炭火传给周围的落叶层，引发了一场地下火，点燃了火径上的小细枝和球果。火苗向上蹿烧，触及活树底层的枯枝，迅速顺着交错的树枝拾级而上，进入了中段的树脂层，火势在此非常猛烈，以至于耗尽了附近空气中的氧，而温度也远远超过活枝条的燃点。接着，就像突然打开壁炉的空气阀一样，空气对流所激起的风适时带来了新鲜的氧气，就如同某种邪恶魔法一样，似乎全世界的火都同时点着了，烧进了树冠层。开始时只是地下火，现在则成了树冠火，这种火会四处蔓延。

树冠火的行进步骤是派斥候先行，寻找新鲜的资源。起初，主火开始前后摆动，仿佛不知何去何从；接着其火苗触须绞成小火圈、螺旋、旋涡和小龙卷风，它们迅速结合，形成一个大而猛烈的气旋，一个筒状的螺旋烟卷。顶部的空气以一千摄氏度的高温燃烧，它们被吸到底部，拾起燃烧的枝条，有时是整枝木头，并把它们往上带到封住筒状体的排气口，此时就好像一尊大炮，把枝条射到数百米外未着火的森林中。空气中充满了火箭。它们的任务是点燃星星之火，或是围绕着主火，燃起旁边的小火，在返回主火之前先融合起来。

当主火和联合起来的星星之火之间的空间温度变得比木材的燃点还高，而且有风带来新鲜氧气时，突然，毫秒之间，主火和殖民斥候

之间就没有分别了。这被称为爆炸。悄悄前进的火突然占据了一百平方千米。它不再线性移动，它现在是四散的野火。整个森林乱成一团，烟火交错，高温烧炙，鸟类等动物在黑暗中惊叫乱窜，巨石松动，狂风怒吼，所有生命似乎都到达了终点。

当这个区域中每一个可以烧的东西都被烧过了之后，当地表的植物被掠夺一空，使有机养分毫无用处时，当水分从河床上蒸发之际，当石头碎裂，大火燃烧所产生的烟尘旋转上升到地球大气层的极限时，火的惊人毁灭力量继续发威，它跟随着新斥候，往地理或风所决定的任何方向，去开发新领土。它走过之后留下的是一片死寂。嗞嗞声和吼叫声都离开了。动物没了，鸟类、爬行动物、昆虫没了，没有柳树迎风，也没有枝条相互摩擦的声音。除了木炭和灰烬之外没有颜色。看到如此荒凉景象的人，如果认为火是来自“地狱”的灾难，那也情有可原，毕竟与这场爆炸几乎同期的离我们半个地球远的诗人但丁就是这么称呼这片地下区域的。雨来自天堂；火则来自地狱。

这样的人错了。在北美洲的西海岸，也就是这场火发生的地方，经常有这种大火。这种真正的大火，世纪之火，每二百年到三百年就席卷整个北部森林一次；较小的地面火灾则每三十年肆虐两次。成熟的花旗松、锡特卡云杉和巨杉等大树活了一千年以上，于是我们可以认为，即使遭逢最大的火，它们也不会被烧毁。事实上，大树是靠大火来推进并完成它们的生命周期的。

大自然之火既非来自天堂也不是来自地狱。它们是主导动植物生命的自然进程的一部分。火是一种能量，来自核聚变的巨大熔炉，即我们的太阳。太阳能流动到地球上，被叶子抓住，然后转换成稳定的分子，如果发生意外，这些分子会被重新点燃而转化为火。在这个世纪里，火和雨一样，或是和昆虫的嗡嗡声、北美飞鼠和红树田鼠的唧唧声一样，都是森林生命的一部分。

美国黑松、巨杉及其他西部针叶树是晚熟植物，较晚开花。它们不像苹果树和枫树那样，种子一成熟就掉落，而是把种子挂在身上，因应某些环境因素的触发，才抛掉种子。美国黑松可能一直保持球果的封闭状态达五十年，等待一场火的到来，才打开球果，释放出种子。红杉也同样紧闭其球果达数十年，只有当球果受热达五十到六十摄氏度时，才释放出种子，而这种温度只有火才能达到。植物（和动物）的组织在五十摄氏度时开始坏死，这表示这些巨人在温度高到足

以杀死它们自己时释放出种子。有人认为，某些针叶树最低矮的枝条枯死后还留在树上，没有别的目的，只是为了扮演燃料，把地面上的火射上它们的树冠，以对球果进行加热并使其弹出种子。

在所谓的火险气候区里（年降雨量少，少于一百二十五厘米，干热期长，有强风），抵抗高热的能力是种珍贵的特性。澳大利亚就有这种气候，而其特有的桉树或树胶树，是地球上最容易着火的树，会产生大量的干树叶甚至可燃气体，能把火焰射到一百米远。然而桉树能抵抗难以置信的温度，而且某些品种甚至需要火来维持生存。即使处在相对潮湿的气候里，耐火能力也是一种资产。例如在夏威夷，长柄铁心木实际上可以在火山所喷出来的热熔渣的掩埋下存活，而且还能冒出新芽，甚至还能在一堆新鲜的火山灰底下长出新根。

花旗松不需要火来繁殖，但它们的生存的确要靠火。其幼苗不耐阴，这种树要靠火把基地附近像西部铁杉和北美乔柏这样的低矮树种清掉，以便它们的种子掉下时，能够安置在未被占用，从而没有遮阴的土地上。而且，灰烬中含有珍贵的养分，年轻的幼苗得以旺盛生长。如果没有火，花旗松终将消失于铁杉和乔柏林中。成熟的花旗松可以耐得住这些清场的火，因为它们已经演化出厚而不可燃的树皮（成株的树皮最厚可达三十厘米）来保护里面的形成层。

火的行径怪诞。它在几天之内横扫数千公顷的林木，似乎铁了心要毁掉它路径上的所有东西，却在这儿留下一株幼苗，那儿留下一棵成株，其他地方则立了几棵完整的树。经历这场火之后，对这焦黑的山谷匆匆一瞥，除了烧焦的木桩斜倚在灰烬堆上之外，空无一物。但仔细看，尤其是在雨后，将会发现偶尔的一抹绿意，流出的少许树脂，闪闪地映着阳光，而在山脊低处下方的掩蔽处，有一小片森林绿洲。

虽然花旗松的球果不需要高温来撬开，但它们必须干燥到自然含水量的百分之五十以下。在大火持续燃烧的这几天里，一棵七十米高、昂然矗立的花旗松上所悬挂的数百颗球果慢慢张开鳞片，把它们所藏的带翅种子，释放到来去自如的风中。种子各自或转或旋地飘落到地上。它们之中，百分之九十五会掉到石头上、水里面或贫瘠的土壤上而不能发芽。其余的，百分之九十五会因缺乏养分、遮阴太多，或是被前来探险的鹿鼠或道氏红松鼠吃掉，而活不过第一年。但大自然的铺张浪费，确保有一些种子（足够了）会落到湿润而富含矿物质

的土壤上，它们能刺激其发芽。这些种子中的大多数将永远无法长到成株，在树皮还不够厚之前就在另一场大火中丧生，被黑尾鹿吃掉，被麋鹿用来磨长得太旺的鹿角，遭遇昆虫、真菌病、干旱、土地位移、霜害，或是其他树的竞争。但在再度转绿的山谷向阳处，它们之中有一颗会将自己置身于空旷、高耸、排水良好的地方，那里阳光充足，还有从太平洋吹来的阵阵水汽。这颗种子会生根、长主干、抽出枝条、散出针叶，并在未来五百年的光景里，继续茁壮成长。它，就是我们的主角。



开始

火是森林生态系统中常见而基本的成分。火会把森林中各种生命的物质和能量还原成基本成分，供新生命再利用。火、种子和我们这棵树接下来的成长，是一个进程中的几个阶段，这个进程远在动物出现于地球前就开始了。我们的宇宙于一百三十八亿年前发生了大爆炸。当时，所有的物质都被压缩在一起，成为一个奇点，而这一点，不会比本句结尾的句点大。然后，这个点以无法想象的力量、温度和速度爆炸，向外喷出，到今天还在继续扩展。在接下来的九十亿年里，冷却气旋含有足够多的物质，能产生引力把空气吸进来，成为密度不断增加的凝块。以宇宙的时间坐标来看，突然间，天空被数十亿颗几乎同时点燃的核子反应炉（恒星）照亮，其中一颗就是我们的恒星——太阳，由云团所形成的太阳，包含了太阳系百分之九十九点八以上的物质。

行星则是由那百分之零点二，未被困在太阳里的宇宙气态物质凝结而成。当地球成形时，约四十六亿年前，局部的引力把地球挤压在一起，其核心则受热成为岩浆。这颗行星上的大气层没有氧，但充满了二氧化碳和水蒸气等温室气体，它们形成一层隔热毯，把地球的热量包起来，使其表面温度稳定在适合生命存活的水平。于是舞台设置妥当，打上灯光，生命大戏便要开演。

第一幕是这样的：地球表面冷却成广大的地壳板块，漂浮在岩浆上，宛如火海上的巨型浮冰；它们相互碰撞之处往天空挤压，形成山脉，它们被拉扯分离之处，则有海洋涌入填补缺口。一阵子之后（这一阵子就是五亿年以上），蒸发、凝结和降水的水文循环系统自行在不毛之地上建立起来。洪水流动时，蚀刻出峡谷，从被冲刷入海的岩石中溶出矿物质，经过数千年的累积，这些物质和水里既有的元素相结合。海洋变成富含碳、氮、磷、硫、氢和钠的溶液。土地则得到由沙、砾石、火山灰、淤泥和黏土所组成的一层薄尘。

大约在第一幕戏的中场，这些建构基础在海洋里结合，形成活的有机体。它们如何形成，是现代生物学上争论得最激烈的问题，但大多数人同意，这大约发生于三十八亿年前或三十九亿年前，发生于水中，发生于一个需要能量的进程中。那能量可能来自不同源头：来自

无臭氧大气的紫外线、闪电、流星雨（根据某些假说，流星带来少数地球所缺少的基本元素），和海底的温泉口——岩浆从地壳板块的裂缝中冒出，使水过热，并提供甲烷和氨等成分。

一些原子和分子最后合成较大的聚合物：高分子的脂肪、碳水化合物、蛋白质和核酸。由于不明原因，复杂的分子被脂肪膜包住，区隔出内外。这些就是原始细胞——生命的开始。在某一时刻，无生命的物质已经经过相当复杂的安排，变成了生命。第一幕结束。

今天，生命和非生命之间的分别有几项特性，没有任何一项特性是生物体所特有的，但集合起来，它们只表现于生物——高度有序的结构、繁殖、生长发育、对能源的利用、对环境的反应、体内平衡（维持内部环境不变）和演化适应。我们不知道有多少潜在的生命形态在短暂出现后，就屈服于来自其他的潜在生命形态和环境条件的压力，或者因为缺乏资源或应变能力而消失，退回成未成形的物质。生命也许是这样产生的，由于原始海洋中充满了各式各样的分子基材，自发性聚集经常出现。若果真如此，当时的竞争应该相当激烈，失败的代价则残忍无情。其中只有一个实验被证实是成功的。一旦出现一种生命形态，在竞争上胜过其他所有的生命形态，能自行复制，并以各种方式进行变异，以增加竞争优势，这种原始的单细胞细菌便成为地球上所有未来生命的始祖，也是这个星球上最后一例，由无生命物质通过自发性聚集产生的生命形式。此后，只有生命产生生命，代代相连从未间断，直到现在。

生命在第二幕开始时（一开始的几亿年间）并不容易。早期的细菌细胞必须在海洋里四处搜寻谋生，例如，运用原子间硫键断裂所释放的能量以执行化学反应，或是群聚在深海温泉附近取暖。如此微小的活动，大都发生在冰下数千米处，因为雪球地球（Snowball Earth，描述距今七点五亿年前到五点八亿年前一次极其严重而漫长的冰河时代）已经连续经历了好几个阶段的酷寒。这些早期生命形态，受到变动的环境和自然选择的塑造，演化了数千万年。

演化的基本引擎是突变：生物基因蓝图中，稀少而无法预测的变异。数代以来，由于生物只是以二分裂法简单地一分为二，该生物的所有基因乃依照计划复制、繁殖。但接着，突然而随机地，在某一子代中，承袭到修改过、不一样的某一基因的个体，就成了变种。在生

命出现后的最初年代里，突变就是机会，产生也许能带来些许优势的变化。

今天，经过数十亿年的演化之后，任何一个活体都是经过万古天择磨炼出来的基因组受体。就像手工精致打造的表的零件是由数代的瑞士制表师傅煞费苦心研发而成的一样，细胞核中的基因系经过汰选，而能在该生物的一生中正常运作。如果我们打开手表后盖，胡乱插入一根针，这种随机事件能改善手表功能的机会相当有限，而绝大多数的情况是这个举动将会带来恶果。突变事件就好比手表里的那根针，这就是为什么大多数的突变都有害，造成子代不适合在亲代的栖息地生存。但在很长一段时间里，突变会意外地提供优势，例如，在新陈代谢反应上的些许、几乎察觉不到的效率提升，或是附肢莫名其妙地变大、扭动时，可以提供推进力量。具有优势的子代存活下来，并透过竞争，把其余的兄弟姊妹淘汰，演化由此发生。不过，等待突变发生是一种随机而缓慢的生命推进方式。

然而，在性被发明了之后，演化的速度就大幅加快。有性生殖轻轻松松就打败了其他方法。性，引发基因混合和改组，产生庞大数量的新组合，大幅提升基因混合体带来些微优势的概率，而且巧妙地引入了死亡的必要性。当细胞进行无性生殖时，一如所有生物在早期数百万年里的做法，只是简单地生长和分裂为二，这两个子细胞完全相同，而且和它们的亲代细胞也相同。如果栖息地维持不变，这三个细胞，亲代细胞和两个子细胞有同样的生存概率。基本上每个细胞都可以长生不老，因为它可以一直无限分裂下去。然而，当有两个亲代时，可能的结果数目就成指数级增加，这意味着产生了更多不同的基因组合，它们超过了可存活的数量。

举例来说，每个亲代都带着基因a的两种形态，或称等位基因。其中一个亲代带着两个a1基因，而另一个亲代带着两个a2基因。通过有性生殖和基因重组，下一代将出现三种可能的组合：a1a1、a1a2和a2a2。现在，假设还有另一个基因b也存在两种形态：b1和b2。那么，可能的组合数上升到九种：a1a1b1b1、a1a1b2b2、a1a1b1b2、a1a2b1b1、a1a2b1b2、a1a2b2b2、a2a2b1b1、a2a2b1b2和a2a2b2b2。如果有三个具备两种形态的基因，则其组合数就跳到二十七种。如果有n个基因，其组合数就是3^n（n个3自乘）。这是假设每个基因只有两种形态，然而在现实中，每个基因也许会有好几十种不同

的形态，于是，可能的组合数进一步暴增。最近，完整的人类基因组译码显示，我们每个人携带的基因可能多达三万个，这表示，如果每一个基因只有两种形态，其基因组合数将是三的三万次方，一个超过我们理解的数字。有这么庞大的变异量，于是竞争爆炸，许多细胞必须死亡。性的引入，是生物版的偷尝禁果，导致地球上的生物被逐出伊甸园。

将近有二十亿年的时间，单细胞细菌是这个行星上唯一存在的生命。如果我们能够回到那个时候，以裸眼观察，那么地球像是没有生命，因为细胞只有用显微镜放大才看得见。但海洋充满着丰富的不同生命形态，全都在为资源和使用资源的空间而竞争。这是一个微生物的行星。从许多方面来看，现在依然如此。今天，科学家发现古细菌存在于地球表面下十五千米处，嵌在坚硬的岩石中。它们勉强维持生存，打破使原子相互结合的化学键以获得能源，啜饮岩石中的水分子，分裂的频率则可能少到一千年到一万年一次。这些细菌被锁在岩石中，不会受到冰河时期和温暖期的突变、大陆漂移及动植物大规模变化的影响。它们就像博物馆，保存着数十亿年前的基因情况。令人难以置信的是，在四千万年前的蜜蜂的内脏化石中，竟发现了活菌。据估计，地球上所有微生物的总重量超过了从树到鲸鱼、到草、到人类的所有多细胞生物的总重量。而正如我们看到的那样，我们人类和树木一样，都是这些原始细菌生存策略的精心杰作。

但接着，故事情节发生转折。在温暖周期里，一种类似现代蓝绿藻的生物发现了进行光合作用的方法——抓住落在海洋表面上的几束巨量的太阳光子流，利用其能量，转化成可以根据需要储存和使用的糖。这些光合作用者，是地球上最早的可以被称作植物的生物，散布于三十五亿年前的海洋中，充满最上层的二百米。它们非常善于利用流到地球表面的能量，其他非光合作用的细菌提供自身的原生质给光合作用者作为庇护所，以换取一些糖分。

这个原始的互利合作非常成功，以至于促成了其他功能的结合，诸如细胞分裂及能量生产也在类似的共生关系中被发展出来。光合作用细胞在借来的原生质里受到保护和滋养，最后终于把自己的整个未来和它们的寄主细胞绑在一起，通过完全整合以及被称为叶绿体的依赖性细胞器。光合作用是一种化学过程，让这个行星上几乎所有不同的独立、自行繁殖的生命成为可能，其效益则透过合作在细胞间相互

分享。它还有附带效益：吸收二氧化碳减少被困在地球表面的热量，并释放有趣的副产品——氧气。

起初，这些光合作用者就是细菌或被称为原核生物的单细胞生物。和所有演化上的“突破”一样，光合作用者的早期模式应该很粗糙，但与不能利用阳光者相较，它们仍有巨大的优势。但当它们散布开来时，它们就再度开始竞争，而通过自然选择，光合作用变得更加有效而多元。并非所有细菌都能进行光合作用，但可以进行光合作用的细菌，能免于为能量来源而竞争，迅速占领海洋。作为浮游植物，它们仍旧拥有今天的海洋，而且地球上发生的光合作用有一半以上由它们进行，这也是为何它们被认为是“海洋中的隐形森林”。

大约在三十五亿年前到二十五亿年前之间，有一类原核群从其他的群组中分离出来，形成三个新系：古细菌系（例如嗜极菌，生活在深海火山口附近，甚至里面）、真细菌系（延续能进行光合作用的蓝绿藻那一系）和第三系。第三系最终变成真核生物，是一种具有细胞核的有机体。真核细胞起初是几个互利共生有机体的集合体，因为对寄主太有用了，以至于变成叶绿体和线粒体等细胞器。第一个真核生物是单细胞生物。它们成为多细胞生物的建构基础，多细胞生物这个群组包含所有的动物和植物。多细胞生物让单一个体里的细胞能够分化。一个多细胞真核生物是许多不同形式细胞的集群，每个细胞都执行对集体有利的工作，这基于对集体有利就对单个细胞有利的认识。一如细胞器和多细胞生物所展示的那样，在大自然中，合作和竞争一样，是一种驱动力，在无情的自然选择游戏中，提供选择优势。

如果有适当的养分，几乎所有构成人类的那一百万亿个细胞都能自行新陈代谢、成长和分裂。每一个几乎都够格成为独立的细胞，然而，每个细胞也都被整合在一个更大的整体里。因此，一个个体人类，就是在演化过程中的某一点上，出现的一群可能自给自足的细胞，它们为了整体更大的福利而合作，形成一个集群。从这个集合整体所表现出来的人类意识，则是一种新特质，远超过仅把各个部分加总起来的表现。

一开始，多细胞生物是自私和利他的奇怪混合体。每个细胞，如果要把自己小家庭中的所有工作照顾好，就无法把任何一件事做到最好，而多细胞生物中的每个细胞并没有这种负担。例如，一群细胞可以专注于消化，另一群则可能以生殖见长。第三群可能投身于能量获

取或光合作用，把自己排列在庞大的表面上（例如叶子），吸收足够的阳光供给整个集合体能量，同时和周围的生物争夺在太阳下的空间。

大约在四亿五千万年前，很可能是因为过度拥挤和极度竞争的结果，一些植物从海洋环境移出到陆地上。有些生物被海浪冲到岸上，或是被暴风雨吹到陆地上，它们没有死掉，反而适应了水分有限的挑战环境，但这环境也蕴藏着许多机会——未经水滤过的阳光和富含二氧化碳的大气。第二幕到此结束。

当早期的植物散布到陆地上时，它们遇到充足的阳光，但由于离开海洋环境，它们不再浸泡于含有溶解的矿物质、元素和小分子的水中。它们必须从空气中吸收二氧化碳，而且必须找到新方法来寻找和吸收光合作用所需的营养、微量元素和水分。陆地上有灰尘、淤泥、沙、碎石和黏土，但没有土壤。只有在陆生植物世世代代的生生灭灭之后，它们辛苦得到的矿物质和分子，加到岩石表面的惰性基质上，花了数十万年，才创造出土壤来。在数百万年间，陆上植物成了地球上另一半进行光合作用的生物。

现在陆地被土壤和蓄水池覆盖着，看起来到处都是植物，它们为了争取一丝阳光而用尽各种手段，这种情况愈演愈烈。用达尔文的话来说，在求生存的相互斗争中，竞争有利于进取和创新。找出方法得到阳光的个体，以些微优势领先其得不到阳光的兄弟株而得以生存。达尔文称之为“生命的伟大战争”。竞争最激烈之处，出现于“在大自然中占据几乎相同位置的同类物种之间”，达尔文在《物种起源》中写道。换言之，大自然最惨烈的战争一直是内战，兄弟对抗姊妹、子女对抗父母。优胜劣败。“每个有机生命……在其生命中的某段时期、在一年中的某个季节、在每一代或世代交替间，必须为生命而奋斗，并饱受大毁灭之苦。”在充满同种植物的野地里，站得比其他植物高一些者，将会以牺牲兄弟株为代价，而茁壮成长。

石炭纪始于三亿五千四百万年前，在此之前的某个时期，已经入侵陆地的物种的某些子代个体，试探性地爬上地面，偷走其兄弟的阳光而茂盛生长。要成功做到这点而不被风或浪吹倒，或不被其他努力模仿其成功方式的植物拉下来，它们就必须发展出坚固的茎和强韧的根。它们必须成为树。

土壤中的家

虽然有些植物的种子，例如巨杉，喜欢充满灰烬的土壤，但花旗松的种子可以休眠多年，等待氮和其他养分来恢复土壤基底。氮是生命不可或缺之物，为构成核酸和蛋白质的元素，占我们身体重量的百分之二。氮在空气中相当丰富，占了百分之七十八。但在土壤中，每一百万个粒子中只出现五个含氮粒子。氮浓度低是植物生长的最大限制因素。而在陡峭的太平洋海岸山脉，绵绵不绝的雨已经把诸如氮之类的养分冲离了薄薄的土壤层。由于氮不是高度活跃的元素，它必须经过一个生命过程，转变成氨或氮氧化合物，才能被生物吸收和利用。这个转换过程称为固氮。

在森林中，酪酸梭状芽孢杆菌这类的细菌把空气中的氮抓下来，固定到土壤中。这种细菌在八十二摄氏度就会被消灭，而花旗松休眠种子所在的地表，发生火灾时可轻易超过此温度。克里斯·马泽尔在《原始林》一书中，追踪了大火之后酪酸梭状芽孢杆菌重回上层土壤的秘密路径。

在地表深处，松露和各种森林真菌的子实体（fruiting bodies，真菌产生孢子的构造）躲过了大火。细菌和酵母菌孢子就长在松露的表皮上。鹿鼠可能是北美洲分布最广的啮齿动物，为杂食主义者。它们喜欢吃种子，但也不排斥坚果、浆果、虫卵和幼虫，或菇类。它们会做大型的种子储藏室（鹿鼠在美国西南部所储藏的松子带有致命的汉坦病毒，会造成四角病），这表示它们对家有很强的依恋，例如它们被火灾赶走后，很快就会回来。然而，大火摧毁了它们大部分的食物供给，包括它们的种子储藏室。于是，它们在晚上匆匆地跑来跑去，挖起松露饱餐一顿（过得还真不错），没多久就排出颗粒状的大便，上面带着未消化的酪酸梭状芽孢杆菌。“于是，”马泽尔写道，“被烧过的土壤，几乎马上就被森林中的小型哺乳动物，以从活森林中搬运过来的松露孢子、固氮细菌、酵母菌重新接种。”

“几乎马上”也许有些夸张，但并不过分。太平洋西北部是北美洲最多样化的动物群落的所在地，鼹鼠、田鼠、花栗鼠、囊地鼠、鼩鼱、老鼠和林鼠中的数十个物种都跟花旗松森林有关，鹿鼠和这些小型动物忙着把贫瘠的木灰转化成肥沃的土壤。有一份研究指出，特氏鼩鼱、漂泊鼩鼱、鹿鼠和爬行田鼠这四种动物，在火灾清理过的森林区域里，特别活跃。但即使有一群食虫动物和啮齿动物的小型部队来排

便，大火之后，森林中的树木可能也要花五十年到一百年才能完成重生过程。

鹿鼠也喜欢吃花旗松的种子，它们硕大而营养丰富，而且落在空地上不太可能很久都找不到。我们这颗种子还蛮幸运的。世纪大火冒出来的烟，让大气充满了尘粒，而这些尘粒形成雨滴的核心，不出几天，火后大雨在山谷那儿倾盆而下，灰烬溶于水中，然后渗入土壤。水流成河，数以千计的种子被大水从火灾区冲出，顺流而下。许多种子被冲到海里，腐烂后就成了海中生物的食物。然而，我们这颗却碰到了一个小型回流，它是通过水道在一堆落石处突然转向而形成的，然后种子随着漩涡卷到漫滩上，当大水消退后，就在此处安置下来。大雨不只冲刷土地，还清理天空，当云消雾散时，太阳出来了，晒干了所有的雨水。

地球在绕行太阳的轨道上运行，产生季节变化。终于温度下降，雨转成了雪，由于我们的种子所在的高度，从十一月到四月，降水形式主要以降雪为主。大雪满山满谷，覆盖了森林遗留下来的伤痕。现在只有矗立的木头是黑色的，还有麋鹿和白尾鹿漫步所留下来的细致脚印是黑色的，它们沿着路快速往山下移动，那儿有好吃的牧草。

原始林

冰河撤退之后，百分之五十以上的地球陆地都是森林——只要不是有山、冻原、大草原、干草原或沙漠的地方，就都有树。全世界的森林占地一亿二千五百万平方千米，包括热带雨林、温带阔叶林和北方针叶林。地球是一颗绿色行星。树木从大气中吸收温室气体，并置换成给予生命的氧气。它们把养分和氮贡献给土壤，使其适合农耕。如果没有森林，我们几乎可以确定，地球上的生物还是以海洋生物为主。然而因为人类的活动，那些远古留下来的森林遭到了极大的破坏，而对它们所保有的物种，我们也所知甚少。有哪些脊椎动物、昆虫、植物、真菌和微生物依赖原始林生存？当原始而复杂的森林群落被农业林，甚至次生林或三生林取代时，这对气候形态、冲蚀、风和太阳效应会产生什么影响？南美洲、澳大利亚及新西兰、亚洲和欧洲的研究，几乎才刚开始揭示原始林及其特有物种的特殊性质，但强大的现代科技和爆炸增长的人口数量、消费以及全球经济的重度需求，却正在消灭物种，有的物种甚至在未被发现之前就绝种了。

在欧洲人来到太平洋西北部之前，花旗松覆盖了超过七千七百万公顷的山区和海岸栖息地，从加拿大不列颠哥伦比亚省中部南下到墨西哥，从东方的喀斯喀特山脊向南到威拉米特和萨克拉门托山谷，从海岸山脉顶上，下到几乎触及太平洋海岸线，那儿有一小片锡特卡云杉、西部铁杉和北美红杉，把花旗松林和大海隔开。这是个相对年轻的生态系统。在威斯康星冰期结束时，差不多是一万一千年前，极地气候转为温带气候，这迫使庞大的落叶林东移，并把温和而潮湿的冬季和干燥的夏季带到西部，这种气候很适合针叶树。第一批迁入的树种是美国黑松，称霸了数千年，直到气候变得相当温暖。然后花旗松取而代之，整个景观被它们的树冠、粗树干和密实的针叶占满，在这新的栖息地上，它们完全胜过其他树种——北边的北美乔柏和西部铁杉，低地和山谷地区的太平洋紫杉和大冷杉，南区的黄松、锡特卡云杉、糖松、石栎和太平洋浆果鹃。总之，这些温带雨林每公顷所支撑的生物量比地球上的任何生态系统都要多。在这个行星上的每个地方，树木发展出不同的策略，利用其周遭独特的气候、地理和生态条件以求生存。

花旗松是先驱树种，这表示它能快速移动，有效进入没有其他树木的区域进行殖民，这特别有利于排除其他树种，至少可在树身长高而挡住阳光之前，排除其他树木的进入。接着，少数耐阴树种可以在它们的枝干的遮蔽之下存活一阵子。但如果每隔几年就来场清理大火，把附近的枯木和低矮灌木清掉以利于花旗松幼苗的生长，则花旗松会长得更旺。讽刺的是，铁杉、乔柏和冷杉等低矮树种，也都是殖民树种。它们在下面耐心地等待时机，直到那棵大树长得太大了，超过其根系的负担而倒下，然后，它们就可以占据这块地盘。

最早记录花旗松的植物学者是十九世纪的自然作家约翰·缪尔。他称之为花旗杉，然而，却低估了命名学上的问题。花旗松并不是冷杉，或云杉，或松，虽然它常常被这么称呼。这就是花旗松的英文Douglas-fir中间加个连接符号的原因。该树的学名*Pseudotsuga menziesii*也没有提供太大帮助，Pseudotsuga的意思是“假铁杉”，Menziesii则是亚历山大·孟席斯的姓氏，他是皇家植物学者，当他坐着乔治·温哥华船长的“发现”号航行到北美洲西海岸时，他采集到了这种树的幼苗。

对缪尔而言，花旗松是“目前为止我在所有森林中所见过的最雄伟的云杉，也是主要松林区里最大、最长寿的巨木”。从他对南加利福尼亚州的感受来看，虽然以花旗松为主的俄勒冈森林太密又太暗，但高山地区的花旗松林和糖松林是稀稀疏疏的，而且“在中午，没有被太阳照到的森林面积只有百分之二十”，这简直是天堂。“这种强壮的云杉，”他写道，“永远那么美丽，一个世纪又一个世纪，经历了一千次的暴风雨，依然青春永驻，迎接山上的风雪以及夏日和煦的阳光。”在欧洲人到来之前，花旗松林是原始林。

没有人可以明确知道在欧洲人到来之前，北美洲到底住了多少人，但考古学和DNA上的证据显示，早在哥伦布在伊斯帕尼奥拉岛的海滩上建立第一座绞刑台之前，北美洲就已经有了稠密的人口、丰富的历史和多元的文化。目前的估计是十四世纪时，居住在这里的人口已经多达八千万，几乎与当时的欧洲人口一样多。当时之所以有这么多人住在太平洋西北部，原因或多或少和今天许多人住在那里的理由相同：气候温和、渔产富饶、森林有丰富的动植物资源，还有山脉作为屏障，以防该大陆上其他地区的人觊觎此处。最近，在沿海小岛和洞穴地点等在冰河时代未经冰河覆盖的地区，有考古证据显示，这些人的祖先并没有像以前所假设的那样，跨越白令陆桥之后走山路过来，而是更早之前就搭船过来，可能是来自波利尼西亚群岛，澳大利亚的土著民也来自那里。他们从海上过来。

大约这个时候，我们的种子就浸在阳光里，旁边有些掉落的石头和岩屑，阿兹特克帝国则正在建设首都特诺奇蒂特兰城，现在被称为墨西哥城。太平洋西北部并没有进行这么大的都市计划，但人口也算不少。沿海萨利什人分布于北到温哥华岛北方，南到哥伦比亚河之间的低洼地区，居住在小型的氏族村庄里，每村约有三百人，维生的方式是在河里捕鲑鱼、在海边采集蛤蜊和牡蛎，以及贸易——每个村庄也是一个商业中心。村子很小，但很多。每个村子约有一百户。沿海萨利什人使用树也尊敬树，用北美乔柏制造独木舟、长屋和墓碑，因为这种树够大，但比花旗松容易砍伐，也比较软，方便雕刻，最重要的原因可能是它们长在海岸线上。他们甚至用其树皮做成夏季衣服，和波利尼西亚人一样。海岸边的原住民和全世界每个地方的人一样，利用他们敏锐的观察力，发现土地上的树木有许多用处。他们用云杉的根做篮子，用雪松做图腾柱，用美洲绿桤木的枝条来熏鲑鱼，用云杉的树胶来覆盖伤口。这就是鲑鱼—森林人。

华盛顿·欧文于一八三六年描写（才接触不久的）沿海萨利什人，他记载道：“在他们的想法中，有一位仁慈而万能的神灵，是万物的创造者。他们随心所欲地把它描述成各种形态，但一般而言，它是一只巨大的鸟。”当这只鸟生气时，闪电发自它的眼睛，雷则是它在拍打翅膀。他们也谈到第二位神灵，它代表火，最令他们感到害怕。

这只“大鸟”就是渡鸦。渡鸦是一种会飞的丛林狼，是个骗子、变形者。渡鸦存在于海达族小说作者兼艺术家比尔·里德，以及诗人兼译者罗伯特·布林赫斯特的作品里，“在万物出现之前，在洪水淹没大地又退却之前，在动物于地上走路、树木覆盖土地、小鸟在树丛中飞翔之前”，渡鸦偷走了光，交给天空。它从河狸那里偷走鲑鱼，交给通向海洋的河流。而在大洪水退走之后，它发现，一枚躺在沙滩上的巨蚌中，装着一大群小小的、有两条腿、没羽毛也没鸟喙的动物。它用低沉的声音吼他们，而他们匆匆忙忙地跑出蚌壳，傻傻地看着还不太习惯的太阳。他们就是最早的人类。

古巴比伦有一则关于渡鸦和洪水的故事。巴比伦人乌特纳比西丁在大洪水来袭时，建造了一艘方舟。他想知道水是否已经退去，于是派鸽子去寻找陆地。鸽子找不到地方降落，就回到了方舟。过了一阵子之后，乌特纳比西丁派燕子出去。燕子也找不到土地就回来了。然后，乌特纳比西丁拿出一只渡鸦放它走。渡鸦飞走了，没有再回来。

现在我们知道为什么了。渡鸦降落在太平洋西北部的一处海滩上，并且忙着哄从蚌壳里跑出来的第一群人类。西海岸的第一群人来自海上。

种子的周围环境

当雪开始融化时，我们种子下面的土壤变得暖和，生命在里面蠢蠢欲动。在这种情况下，它有了伴侣：第一批开花植物也开始迁入。双色羽扇豆开始往斜坡上长，更接近之前的火场。因为种子的落点不像高处地区烧得那么彻底，所以周遭的土壤也就不会那么缺乏氮，而羽扇豆在缺乏氮的土壤里长得很旺。那里还有更多的柳兰，同样是三米高的植物，分布于更北边，首先在冰河撤退后所留下来的沙砾地定居：它喜欢火和冰。羽扇豆和柳兰在大火烧过的山谷里长得很茂盛，但在碎石滩这里，有一种较小而较少见的宽叶柳兰则长得很好。它的高度只有三十厘米，但其粉红四瓣花的色泽比高大的同类更深浓。

缪尔于一八八八年走过俄勒冈一处花旗松林下的空地，写到他“踏入了一座迷人的野生花园，充满了百合、兰花、石楠草和玫瑰等，色彩鲜艳而且花团锦簇，而人工花园不论被多么细心照顾，都显得可怜而愚蠢”。我们可以合理假设，上面所提及的野花，有一部分早在一三〇〇年就带头长在我们那颗种子的周围。所提到的百合可能是哥伦比亚百合，俗称老虎百合，在这一带随处可见，潮湿的森林里和开阔的草原上都有。虽然要到六月之后，才能看到令人熟悉的带着红褐色斑点的橘色花瓣，不过其无茎的幼苗在四月下旬就开始穿出土壤。费城百合也是红褐色斑点的橘色花，在这区域里也有很多。

缪尔所看到的兰花是搔首弄姿的模特儿。兰花是植物中最大的花卉家族，全世界有三万多种。许多是腐生植物，这是极为原始的兰花，主要靠吸收腐败植物的养分，因而不需要叶绿素。毫无疑问，缪尔所看到的兰花是布袋兰，又名鹿头兰，在巨树常年遮阴之下的苔藓林地上非常多。布袋兰引诱蜜蜂进入，停在其粉红花朵大而噘起的唇瓣下部，一进到这里，唇瓣上部就闭起来，把蜜蜂困在里头；当蜜蜂挣扎着想要脱困时，会猛然撞击蕊柱，拾起一撮花粉，当它脱困后，也许会将花粉送进另一朵花。

缪尔似乎发明了“石楠草”这个名词，但石楠植物包括蓝莓、野荞麦和熊果等常见植物。熊果是一种常绿灌木，欧洲商人和捕兽者又称之为“基尼基尼克”，并把这个词语带到了西方，这是奥吉布瓦语“混合”的意思，因为其叶子干燥后和烟草混合，可以在长途旅行中让粮食放久一些。其果实也可以经干燥后捣碎，混着鲑鱼油去炸，因此，基尼基尼克这个名字，对住在海边的萨利什人来说，可能有点道理。缪尔所描述的另一种石楠植物：锦绦花，有着“极为纤细蔓延的枝条和鳞状叶”，是一种小型植物，于七月“在冰川湖、草原和整个湿沼附近，铺展出一条又一条摇曳生姿的可爱花朵带”。而缪尔所说的玫瑰可能是一大群植物的总称，从真正的玫瑰到弗吉尼亚草莓、印第安李，或称拟樱桃，还有壮观的假升麻，这些都是蔷薇科植物，全都可以在凉爽、高海拔的花旗松林地里被发现。

这些开花植物不会伤害花旗松的种子。虽然当这棵树长到幼树的高度时，它将不需要也不能容忍遮阴，但作为一颗种子，它需要保护，以免被太阳灼伤。和所有其他种类的树的种子一样，它已经包含了长成一棵树所需的各种东西。它在脱离球果前受精。它已经度过了

冬季的休眠阶段。它是满盛希望的容器，带着执行生命新陈代谢程序所需的所有累积的基因信息。要在一处落地生根，它必须从该处吸取生存所需的其他东西：来自空气中的二氧化碳、来自土壤的水分和其他元素，以及来自太阳的光线。

它躺在土壤上，像把上膛的手枪。胚根、胚轴和五到七片子叶，包在胚乳里头，以坚硬的外壳，或称种皮，做保护。它有一整间屋子的食品储存在胚乳和子叶里，它们以碳水化合物的形态，伴随着它度过发芽后的前几天，提供成长所需的养分，直到其成为幼苗开始进行光合作用。

当春天来到山谷时，两只渡鸦在一株完美无瑕的花旗松上落脚，它们所在的位置比种子还要高，它们经常要飞下来到小河边喝水。渡鸦具有无穷的吸引力。它们是鸦科中的体形最大者，这个群体包括乌鸦、松鸦和鹊，渡鸦的双翅展开超过一米，这使得它们比许多鹰类还大。它们什么都吃，包括冬天里的树芽，但它们还是更喜欢吃肉。它们会抢夺其他鸟鸟巢里的蛋和雏鸟，尤其是在滨鸟群聚之处。它们会抓一两只走错地方的鹿鼠。它们花很多时间在海边或河边闲晃，只要是活的都抓，无一幸免。它们整个秋季都加入鲑鱼潮，把挡在前面的白头海雕挤开，并以它们的喙部翻动石头找鱼卵吃，鱼卵里头包含着能量和营养。它们用树枝做成杂乱的鸟巢，建在悬崖边或最高的树上，而花旗松实在也是够高的了，但它们用威胁的眼睛盯着地上，寻找食物。它们沙哑而低沉的叫声是各种歌剧剧目的一部分，变化多端令人惊喜，包括低鸣、哀嚎和旋律优美的咯咯声，比如，这个鸟类中的路易斯·阿姆斯特朗突然唱出像宾·克罗斯比那样的歌声。

它们的声音绝对是最大的，但毕竟不是山谷里唯一的声音。渡鸦是交响乐团里的铜管组，更细腻的音符则由斯温氏夜鸫、孤绿鹃、黄莺和其他在春季回来的候鸟演绎。这里的黄莺是阿拉斯加变种，是声音高亢的北方亚种的一员，在飞往阿留申群岛和阿拉斯加狭地的途中路经此地。它们吃东西时像个紧张的观光客，避开开阔空间和大树，而在河床旁和火灾后新绿处周围的低矮阔叶灌木林中觅食。它们匆匆地在枝丫间移动，跳过来跳过去，以神奇的速度啄食大小蜘蛛，它们的鲜黄羽毛在阳光中闪闪发亮。

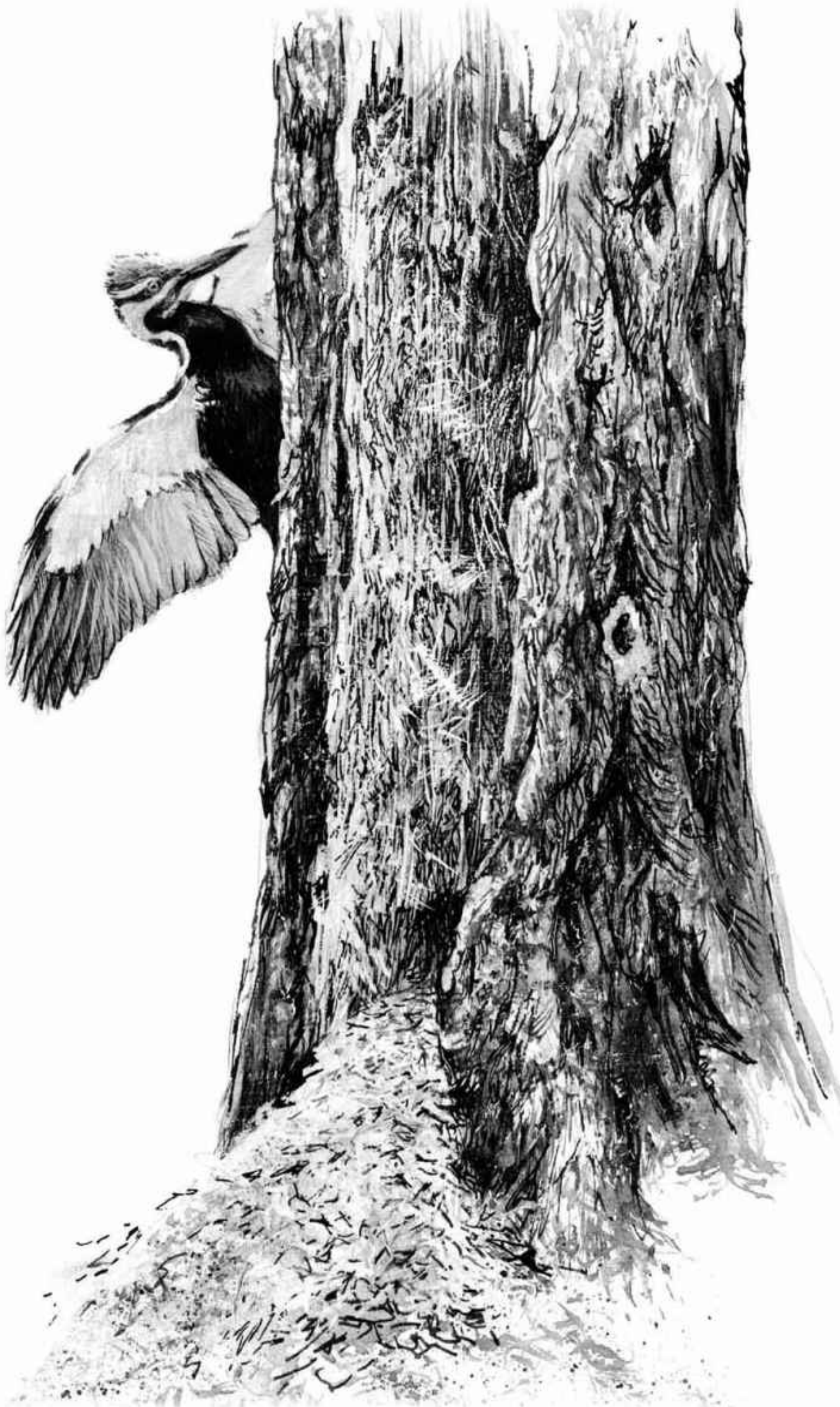
一只黑白双色的北美黑啄木鸟看起来令人吃惊，宛如一块正在飞行的化石，也许是始祖鸟化石，羽毛又神奇地长出来了。它展示出对

木蚁的无限专注，但这并不妨碍它吃树皮甲虫，在东方，这一类昆虫是致命的荷兰榆树病的媒虫。在此地，它们被不吉利地命名为花旗松甲虫，它们是一种背部黑亮的小甲虫，特别喜欢曾经被火轻微伤害过的健康花旗松。母虫于春季钻透树皮，进到树的形成层，吃出一条可能长达半米的产卵通道，并把卵产在里头；几周后卵就会孵化，白色幼虫一路津津有味地吃着，一条新的进食通道形成，直到它们在秋季钻出来，成为成虫。北美黑啄木鸟以爪子抓住树皮并用尾巴把自己撑住，头转到一边，好像在倾听进食的声音。与此同时，它还时时留意冷杉扁头吉丁，其母虫并不挖树，但会把卵产在树皮的裂缝中，而北美黑啄木鸟很容易就可以看到它们古铜黑色的甲虫状身体在太阳下闪闪发亮。

植物学的诞生

古希腊人怀疑，树有很多部分是无法用肉眼看到的，其中一位古希腊人，他的观察记录一直保持至今，他就是被卡罗勒斯·林奈尊为植物学之父的特奥夫拉斯图斯。公元前三七二年，特奥夫拉斯图斯生于莱斯沃斯岛今日的中心城市米蒂利尼。特奥夫拉斯图斯年轻时就被送到雅典向柏拉图学习。亚里士多德死后，特奥夫拉斯图斯不只继承了他创立的学园和其广大的（而且是第一座）植物园，还继承了亚里士多德的私人图书馆，据说是当时希腊最大的图书馆。特奥夫拉斯图斯的二百二十七篇植物学论文和《植物史》及《植物本原》两部著作中的许多内容，几乎可以确定是摘自亚里士多德本人对植物之功能、生理特征和意义的观察。

特奥夫拉斯图斯把这些观察加以改善并扩充。他很少会放心地接受，而是会仔细检查他所接触到的任何信息，不论信息是来自最基层的切根人（供应药用植物给雅典药师的根部采集者），或是来自大师本人。例如，亚里士多德推测，树被毁坏之后还可以继续活着，因为它们含有某种存在于树木各个部分的“生命原”，而且由于这种普遍的生命力，它们永远是“一部分死亡，一部分新生”。但对亚里士多德而言，树主要是哲学上的概念，他谈的不是某一棵特定的树，而是在柏拉图洞穴墙上晃动的“理想树”的影子。亚里士多德并不是现在所谓的田野科学家。



特奥夫拉斯图斯则是。他走到外面去看树。他把树挖起来检查它们的根。他解剖种子和果实。他把它们分门别类，分成乔木、灌木和草本植物，并谈道，有些树长在山区（他提到冷杉、野松、云杉、冬青、黄杨、胡桃和栗树），有些树则喜欢长在低洼地和平原：榆树、白蜡树、枫树、柳树、桤木和杨树。他相信松树和杉树在南面向阳的坡地能长得很茂盛，硬木树则在山的遮蔽面长得比较好。他看到长在凉爽地区的落叶树，其树干笔直无分叉，而在充分日照下的树偏向于分成两三枝树干，于基部相连接。

虽然特奥夫拉斯图斯因为看到树受伤后的自我修复能力，甚或可以离地生存的能力，而接受了亚里士多德的生命力观点，但他还是去研究了这种力量是如何传送到树的各个部位的。他认识到根是“树木吸收养分的部位”，茎则是导管，把养分传送到叶子。他想不出来叶子有何用处，并且怀疑树叶是否是真正的器官或只是附属物，但他描述了数百种叶子，以其形态区分出不同物种，或是把乍看不一样的植物归并为同种。他将物种分成具有两部分名称的类别——那就是，使用双姓。他写到种子发芽和幼苗发育的部分，正确判别出种皮里的胚根先长，然后才是根。特奥夫拉斯图斯是真正的田野观察科学家，而他在植物学上的权威，一直延伸至中世纪，甚至更久。与此同时，我们的那棵树正要开始它的生命，我们今天对植物形态学的了解仍然和特奥夫拉斯图斯差不多，可能更少。

第二位伟大的希腊植物学家是迪奥斯科里季斯。他大约于基督时代生于地中海沿岸的奇里乞亚，为罗马军医。大约公元五十年，也许是在埃及，他进入过现在已经消失了的亚历山大图书馆。他的唯一著作《药物论》探讨了六百多种植物的药学特性，该书似乎是作为医师甚至一般市民的指南，而不像特奥夫拉斯图斯那样的学术著作。迪奥斯科里季斯在告诉大家植物药的制备及最有效的应用方式时，对植物为什么会有疗效并不怎么有兴趣。

许多经迪奥斯科里季斯研究过的草药仍被沿用至今，包括：杏仁油、芦荟、颠茄、炉甘石、姜、刺柏、墨角兰和罂粟等。他也描述提炼自动物和矿物的药。据说迪奥斯科里季斯的著作，一直到十七世纪都是关于草药的最权威的著作，即使是北欧的医生，虽然他们附近很少有书中记载的植物，却也都参考此书。《药物论》在药界之地位，

一如《圣经》之于宗教界。该书的各种拉丁文译本，一直是主要的参考书。一三〇〇年，意大利自然史学家彼得罗·达巴诺在巴黎讲授迪奥斯科里季斯，后来又回到帕多瓦，热情地拥戴迪奥斯科里季斯所坚持的理念：寻求所有自然现象的自然原因——事实上他热情到被控诉为异端邪说，因为他质疑基督诞生的神迹，然而他在审判前就过世了。他的命运不只显示出科学和宗教间的分歧愈演愈烈，还显示出，在看似不相关的领域里，只是单纯研究植物所具有的深远意义。达巴诺死于一三一五年，在他死后，他的著作受到谴责，他的尸体则被挖出焚毁。

在野花新叶的遮蔽下，这颗种子开启了炼金术程序，吸收空气中的基本元素、阳光和水，并把它们转化成生命。它的启动过程，只需要一点点温度和湿度，这在太平洋西北部皮吉特海湾地区的向南坡地上，就意味着春天。

第二章
生根

树，虽然喜欢交际，却也相当个人主义，因此，在其一生中，当碰到生死攸关的抉择时，它终究将不假思索地选择对自己生存有利，或对其子孙生存有利的方向。

我是风之声

浪之音和树之语

我信念坚定满怀热望

我有力量成为……

查尔斯·罗伯茨《原住民》

我们那颗种子落脚的向南坡地高处，水分、温度和氧气都很充裕。种子四周是忙碌的生活。从林地里钻出来的昆虫，宛若被阳光照亮的灰尘粒子，在一束束穿过天篷般树冠的日光中，快速地闪着。空气中充满了它们的振翅声。欧洲蕨像某种神话里的蛇，开始张开卷曲的头，伸展成庞大的叶子。一些全盘花开始冒芽，它们会长到三四米高，它们长长的枝条则已经悬满香甜多汁的奶油色花朵。花旗松林里的生命不仅丰富，还很壮观。

现在，我们的种子已经完全醒来，其体液开始流动，引擎发出低吼声。胚根在外种皮里蠢蠢欲动。植物最先长出来的部分，穿过种皮的一个小开口，或称珠孔。它戴着根冠，这是一顶宽松的细胞硬帽，当根部向下穿入粗糙的土壤时，保护其脆弱的根尖不受伤害。根的生长方式是在根冠后面进行细胞分裂以增加自己的数量，根里面的细胞也会分化成特殊形态的组织。其中央或核心，含有木质部，这种组织由众多相互连接、细长而中空的细胞，即管胞构成。每个管胞的两端皆被封住，像个小胶囊，具有支撑和运送水分的功能，水分从根壁或

内皮层进入木质部。水分经由管胞壁上的纹孔渗出，然后传给上面的一个管胞，如此辗转相传到植物的其余部分。

我们尚未完全了解水分在树里面的传输机制。一棵长成的大树，管胞柱可以从根部延伸到树顶，把水分升高到离地一百米以上。在细管子里，水分可以被表面张力拉上来，这称为毛细管作用，但这个过程只能让水分上升数毫米而已。渗透作用是指水分从较稀的盐溶液移向较浓的盐溶液的现象，它解释了水分从土壤进入根细胞的原因，但水分如何从根部被拉到叶子或针叶上依然是个谜。当前最流行的假说是，叶子上的蒸发作用在其后面产生了一个真空部位，而这个真空部位通过木质部把水吸上来。可能还有水泵机制，主动推拉水分子。当一处木质部被刺穿（例如被穿孔虫刺穿），空气就跑进去了，而这一处木质部此后将停止运送水分。

第二种组织是韧皮部。韧皮部很像木质部，但由筛胞构成，筛胞也是沿着根系端端相连。筛胞和木质部的管胞具有类似的功能，但其内部的液体可以双向流动，把储存在子叶里（以及后来从叶子或针叶中制造出来）的养分，下传到根部。管胞和筛胞是摩天大树里上上下下的升降梯。

秘密生活

我们的树已经开启了它的秘密生活。至少，对我们而言是神秘的，因为经过几千年的研究，我们对树还是有很多不了解的地方。有些是实质性的问题——譬如说，它产生多少种不同的激素？但还有一些非实质性的疑问。树是一个独立的个体吗？抑或要透过与其他动植物个体的结合，才能实现其真正本质？科学家猜测，二者皆有可能。

树是群体生物，有时候，甚至达到共产主义的程度：它们以一大群的方式一起生长，好像是为了舒适或保护。它们和附近其他的树建立关系，包括异花授粉的性关系，甚至还会和同种及不同种的树沟通；它们为整体利益而运作，其方式有时令人啧啧称奇；它们会像人类为了食物而种豆子一样，与其他的物种形成共生关系——即使其他物种和它们的关系相当疏远，属于不同目。“树是社会生物，”英国文学家约翰·福尔斯在《树》一书中写道，“更甚于我们人类，相较之下，孤立无援的水手或隐士更像个与世隔绝的怪胎。”要了解一棵树，我们就必须了解整座森林。

但有些树是孤立无援的水手。一八六五年，当马克·吐温于约塞米蒂国家公园东边，加利福尼亚州的莫诺湖里，驾着独木舟划向湖中央的火山岛时，他发现一处景观，被一再喷出的火山完全毁灭。“除了灰烬和浮石之外空无一物，”他写道，“我们每一步都陷到膝部。”他从未见过比这更荒芜、更没有生命的地形。岛中央是“一处浅而广阔的盆地，上面铺着一层灰，还有东一堆、西一堆的细沙”。然而，活火山还有蒸汽喷出，在那附近，他发现了“岛上的唯一一棵树，一棵小松树，有着最优美的树型，完全对称”。实际上，该树因为靠近火山而获利，“因为蒸汽不断地飘过枝条，使其常保湿润”。有关生命的坚持和生命的自食其力，再也没有比凶险盆地里的那棵孤松更具说服力的了。

树，虽然喜欢交际，却也相当个人主义，因此，在其一生中，当碰到生死攸关的抉择时，它终究将不假思索地选择对自己生存有利，或对其子孙生存有利的方向。在面对生存问题时，树是个封闭系统。由于一开始就很幸运，降落在有利生长的环境里，每棵树都已经或能够为自己取得向简单而特定的目标迈进所需的所有东西，其目标就是活得更长，也够健康，足以产生后代，把其部分遗传物质携向未来。森林并不只是一堆树而已，它是许多生物的社区。但里面的每个个体能够以福尔斯所谓的“个体有别于群众”的方式突显自己。从花旗松的角度而言，群众就是被火处理掉的那些植物。

树是群落的一部分，但树本身也是个群落，包含不同部分——根、茎、枝、针叶、球果、内面树芯和外层树皮。树之所以能自给自足，乃是靠着一套长期发展出来的网络，把各个成员联结起来，其间的联系则或疏或密。它不仅要把水从地上运到叶子，把养分从叶子运到根部，而且其他的化合物也要有效移动，甚至还要比水及养分的移动更有效率。

例如，一株成熟的花旗松要花三十六个小时，才能把水分从根部送到树冠；驱赶入侵昆虫或治疗折损枝干的化合物则必须更迅速地就位。人体的各个部位有许多系统负责信息的沟通和传递：中枢神经系统、交感神经系统、淋巴系统和免疫系统。树比人类更早出现，事实上，远比哺乳动物更早。地球上，植物的种类比哺乳动物的种类还多。其实，兰花的种类几乎就和哺乳动物的种类一样多。而且，树还演化出一套属于它们自己的复杂系统，以管理生长、维护、修复和防护等功能。特奥夫拉斯图斯猜测树的脉管里流着“生命原”，这并没有错

得很离谱；而英国植物学家尼赫迈亚·格鲁于一六八二年在《植物解剖学》中写道，花粉“落在种子箱，即子宫上，以多产的精力和生命气味碰触之”，这也不离谱。这两位作者都试着表达出他们感受到的能使一棵树产生的神秘内在生命力，但直到最近，我们才真正开启了一扇窗，得以一窥这股力量。

在树的神秘系统中，第一种被科学证实的“生命气味”就是生长素，即植物生长激素，它刺激细胞分裂、增大和分化。伟大的德国植物生理学家及理论家尤利乌斯·冯·萨克斯最先证明了植物种子以淀粉形式储存养分，而淀粉正是第一种可检测到的光合作用产物，而且在根的形成中，细胞增大比细胞分裂更重要。他在一八六五年指出，负责形成花和种子的“特定的器官形成物质”，乃是在叶子中产生的。虽然他无法成功地分离出，甚至找到这些物质，但他的影响非常大，以至于让整整一代的植物科学家去寻找这些物质，最后终于证实了他的预测。

二十世纪二十年代，一群由荷兰植物学家弗里德里希·文特领导的荷兰乌得勒支大学的研究人员终于有了发现。乌得勒支学派一开始想要了解的是植物的向性概念——植物为什么会对各种外界影响产生反应，例如光（向光性）、水（向水性）和重力（向地性）。他们感到很奇怪，为什么植物的根从种子长出时，即使种子在地上是上下颠倒的，根却总是往下长？传统的理论认为根有向地性——其重量把自己往下拉。但如果是这样，那么，他们继续思考，是什么因素造成根不再往下长，而开始水平生长？虽然大多数的树，包括花旗松，中央有个胡萝卜似的主根，但百分之九十以上的树根系统是在地表四分之一米的范围内水平伸展。而且，如果植物具有向地性，那么，是什么因素推着植物的茎部抵抗重力，一直往上长？

乌得勒支学派发现，植物的器官，特别是叶和芽，会产生激素——生长素——它们在韧皮部里随着养分从茎部往下移动，集中到需要细胞快速生长的区域。在像我们这样的幼树中，这些地方就在根冠后及胚芽中，它们在种苗中开始显现出生命迹象。

生长素会从种荚往下移动到根芯，也会进入幼胚干，但它们并不会平均分布于各部位的细胞间。相反，因为它们是大分子，受到重力影响，所以集中于下半部，就好比沙混着水，在水平的管子中移动。接着，生长素的三项特性开始发挥作用。首先，适当浓度的生长素会刺激细胞分裂和生长，但浓度太高会抑制生长；其次，根部生长所需

的生长素浓度远低于茎部所需的浓度；最后，阳光会降低生长素促进细胞分裂的能力。这三项特性合在一起，解释了为什么根总是往下长，茎却向上长。集中在根的下半部的生长素，其浓度高到足以抑制对生长素敏感的细胞的分裂，因此，生长素含量较少的上半部就长得比下半部还快，于是根就会向下弯。同时，累积在树苗胚芽底部的生长素会刺激生长，但落在胚芽上半部的阳光会抑制生长，所以胚芽就向上抽。结果，种苗的根往下长，茎则朝向阳光上长。随着种苗的伸展，生长素的分布就变得更为平均，所以茎就变得笔直了。

植物激素有许多种形式。一种是吲哚乙酸，果农用它来喷洒果树，促进均匀生长。乙烯是另一种激素，被用来加速果实成熟。而合成除草剂2,4-D是另一种生长素，会杀死某些阔叶植物而保留其他植物。类似的生长素2,4,5-T则含有二噁英，这种化合物会导致人类流产、畸形儿和器官病变。2,4-D和2,4,5-T混合后的物质被称为橙剂。

数个世纪以来，自然哲学家一直在苦思生物和无生命物体之间的差异。生命和非生命之间有什么区别？我们都已经知道，生命是由无生命的分子凝聚而成。生机论者相信，生物体中有某种生命力，某种实体物质让无生命的东西具有生命，而死亡时这些物质就跑走了。他们称活生物的重量，杀死生物，然后再称，企图证明生命力是一种物质，可以被查明。事实上，空气经常被联想成活力，因为没有空气就没有生命。英文中还存在这样的感觉：inspire是吸气，但也有鼓励创造的意思；expire则兼有呼气和死亡的意思。

早期的化学家认为，生命的基础是蛋白质、核酸、脂质和碳水化合物的分子——都含有碳。他们假设只有生物才能制造这些复杂的碳基分子，这个假设一直到一八二八年才被德国化学家弗里德里希·韦勒推翻，他用铵和氰酸盐合成了尿素，一种存在于尿液里的有机化合物。几年之后，他的学生赫尔曼·科尔贝则制造出另一种有机化合物——乙酸。显然试管化学可以复制生命的化学反应过程。

当艾萨克·牛顿爵士（一六四三－一七二七）在光学和万有引力上的研究，引起物理学革命时，他把宇宙视为一个巨大的机械结构，一座大型时钟，科学家可以通过分析各个零件的方式来探索。他开创了新的科学方法论，称为还原论。根据这种方法的假设，对大自然一点一滴的研究成果，可以像拼图游戏一样，最后拼出全貌，解释宇宙的运作方式。还原论在取得及检验来自大自然的信息上，是个有力的工

具。但是当科学家研究过生物的一部分后，他们发现部分本身也是由部分——分子——所组成，而分子又由原子组成，最后，原子由夸克组成，（到目前为止）夸克是所有物质无法再分割的结构。在夸克层次上，生命和非生命根本无法区别。这个最基础的结构并不能让我们了解发育、分化或意识的出现等复杂过程的全貌。现代生物学和医学继续采用还原论的假设进行运作，检验各种片段，他们相信最后可以将其拼凑起来，解释整体。

生命本身就是还原论的反证，它证明了整体大于个体的加总。还有，生命从非生命中的出现显示，如果物质的终极粒子里没有生命力或活力存在，那么生命必然是来自非生命各个部分的集体相互作用，一种产生呼吸、消化和繁殖这类突现特质的协同作用。

神奇的真菌

“我们现在要谈一谈，”大仲马于一八六九年在《美食词典》里写道，“美食家们心目中最神圣的食材，在说起它的名字时，他们都要轻触帽檐向它致意——它是*Tuber cibarium*、*Lycoperdon gulosorum*，也就是松露。”

他接着谈道，要写松露史，免不了要涉及文明史。这就是他接下来所做的事。罗马人已经知道松露了，他说，但希腊人更早之前就开始吃从利比亚传入的松露了。似乎松露的热潮从未退过。当英国日记作家、《林木志》的作者约翰·伊夫林于一六四四年到法国旅游时，他在多菲内省那站的游记里写道：“（在其他美食之中）一盘松露，令人回味无穷，这是某种地果，用训练过的猪去找，可以卖出极好的价钱。”

大仲马所说的*Tuber cibarium*其实是真正的美食家口中的松露，但他所谓的*Lycoperdon gulosorum*更有可能是芽状马勃，多节，常常被误认为松露，幼嫩时可食用。母猪挖出松露之后（只有母猪能接受这种训练），这种蘑菇状的东西不是与鹅肝混合，做成鹅肝派，就是以各种诱人的方法烹煮。松露不只是一种时尚，在欧洲，也已经成为法国文化优越性的象征。而且有人认为松露具有壮阳效果，直接和着生蚝吃。“时髦的好色男人，”一名十五世纪的意大利名流写道，“在做爱之前吃松露开胃。”事实证明，松露的确可以刺激性欲，至少对母猪有效：现在人们已经知道它们所含的雄性激素，即雄甾酮，是一般公猪

的二倍，因此，当母猪用鼻子把松露挖出来时，它们大概觉得要翻云覆雨一番，而非饱餐一顿。

子实体具有强烈的雄性激素的味道，这是真菌繁殖策略的一部分。松露里塞满了孢子，当孢子做好准备被释放到空中时——这对长在地底下的生物而言是高难度的技巧——松露就释放出雄甾酮信息素，而森林里的熊、豪猪和老鼠等雌性动物，不必受到训练就会跑来，把松露挖出来吃掉，然后把孢子排泄出来，孢子有坚硬的外壳保护，能安然通过动物的肠胃，不被消化掉：释放完成。

到了十九世纪末，普鲁士国王要真菌学家哈奇想办法在国内种松露，以对抗自法国进口的野生松露。哈奇像古生物学家挖掘一堆错综复杂的骨头一样，仔细地挖掘地底下的真菌系统。他发现真菌的亲代并不只是长在土壤里，它们还把自己附身在附近大树的完整根系上——在本例中，主要是栎树。真菌和树根其实是互相长在一起，看起来几乎就像是单一的生物。哈奇称这种复合生命体为菌根，这个字的原文是真菌和根的意思。他仔细思考了这种特殊合作的性质。除了松露和其他食用菌之外，人类和真菌的关系一向是敌对的。我们将之和腐烂与疾病联系在一起，而事实上也是如此。除了像香港脚、酵母菌感染和头皮屑等由真菌所造成的小毛病之外，有的真菌还是三种肺炎和一种脑膜炎的元凶。而植物的许多病也是由真菌入侵造成的。我们的直觉认为，植物的根被真菌“感染”之后将会生病和死亡。但在菌根的安排方式下，双方互蒙其利。

十九世纪八十年代，法国科学家路易·亚历山大·芒然延续哈奇的研究，芒然的兴趣在于植物呼吸和根部发育。芒然观察到，某些真菌似乎和特定植物有特殊的亲和性。有些真菌只在树根上被发现，有些则似乎喜爱草本植物。几年后，另一名法国植物学家贝尔纳·诺埃尔在研究兰花的繁殖时，让菌根关系往前迈进了一大步，他断定，所有的兰花都靠真菌提供养分——换句话说，在地球上这个最古老的植物家族中，菌根关系是不可或缺的，因为如果没有真菌这个伙伴，兰花就会枯死。

现在人们相信，几乎所有的菌根关系，如果不是不可或缺，那么就是一种常态。不需要真菌伙伴的植物种类很少，有真菌伙伴的植物则长得更好。有化石证据显示，这种相互依赖的关系，在四亿年前就存在了，就在第一群入侵陆地的植物中。克里斯·马泽尔写道：“事实

上，陆地植物可能源自海洋真菌和能进行光合作用的藻类的共生体。”因为登上陆地的海洋植物没有自己的根，它们必须利用真菌来获得足够的水分和矿物质，才能在干燥的陆地上生存。而对真菌来讲，它们需要植物进行光合作用所产生的食物。

真菌大约有九万种，它们因为没有植物所拥有的叶绿体，所以无法自行制造食物。然而，它们还是需要糖这种形式的能量才能繁殖，于是菌根真菌就入侵活植物的根部，从寄主植物那里摄取糖分。事实上，它们所摄取的糖分非常多，足以扩展成巨大的面积。如果故事就是这样，那么真菌就是寄生生物，而树最后会死亡。但真菌以互惠原则换取利益，为了回报从树那里所拿到的糖分，它们庞大的菌丝网络为树木根系提供在矿物基质里根系吸收不到的水分和养分。

树定着在最初种子掉落及根所长出来的地方，其命运就固定在单一的落点上。此后，树就无法逃避掠食者和害虫，无法到其他地方寻找食物，也无法迁移到气候更温和的地方。其扩张的根系，必须找到水分和溶解的养分，同时还要支撑不断成长的树身，以抵抗风、雨和洪水。根的效率视它们穿入土壤的距离以及和地下物质接触的表面积而定。真菌菌丝所形成的垫子大幅提升了树所能探索到的土壤量。它吸收水分并传给树。菌丝还比树根更善于吸收土壤中的关键养分，诸如磷和氮，它们用这些养分和树换取糖分。它们会分泌酶，分解土壤中的氮，有时甚至还会杀死昆虫，吸收昆虫遗体中的微量元素，然后传给树。

真菌和兰花的关系是内生性的，这表示真菌实际上是侵入并长在兰花块茎的细胞里面。和真菌具有内生菌根关系的植物将近有三十万种，但真菌的种类只有一百三十种。真菌和树的关系是外生性的，因为名为菌丝体的菌丝复杂网络形成一张覆盖物，包在根的外头，就像一层纱似的，并且填补根部皮质细胞间的空隙而不穿入它们，形成所谓的哈蒂格网。诚如乔恩·卢奥马在《隐秘的森林》中所说的：“真菌学者现在相信，菌根真菌能有效地让树根和土壤的接触区域增加一千倍以上。”而在这个区域里，菌丝的量极高。一公升来自菌根体的土壤中含有长达数千米的紧密分布的菌丝。只有大约两千种植物是外生菌根的，但与它们合作的真菌约有五千种。

菌根真菌提供极大的复原力给寄主树，使其能够面对干旱、洪水、高温、贫瘠土壤、低氧和其他可能的压力。研究显示，真菌甚至

会保护树木免于被其他可能有害的真菌入侵，例如，当赤松接种了菌根真菌卷边网褶菌之后，卷边网褶菌会产生一种抗菌的毒菌素，让此树对镰刀菌根腐病的抵抗力增强一倍。真菌让供应其糖分的树保持健康、快乐，因而它能继续摄取糖分。

和花旗松发生外生菌根关系的真菌有两千种以上。一棵树上可能有许多种不同的真菌附着在根系的不同部位，尤其是在根伸展到不同类型的土壤中时。有些真菌只和特定的树种合作。例如，乳牛肝菌，是一种红棕色的菇，几乎只长在花旗松下面。这种菇可食，虽然在产季末期会变得有点黏黏的。紫蜡蘑也是花旗松下的一部分，虽然也见于松树或其他木本植物下面。



菌根真菌

植物和真菌间，关系最罕见的可能是水晶兰和附着在其根上的牛肝菌。水晶兰是一种开花植物，生长在北美洲各处的湿润林地上，包括太平洋西北部——我们这株树附近就有好几棵，它们淡粉红色的茎和弯曲的头部，从林表落叶层探出，好像一只只苍白而伤心的虫子。因为它们本身没有叶绿素（成熟时转为黑色），所以便无法产生糖分给自己和菌根伙伴使用，然而牛肝菌还活着。原来是附着在水晶兰根上的真菌同时也附着在附近针叶树的根上，例如花旗松，牛肝菌从针叶树中吸出养分并直接传给水晶兰。没人知道水晶兰贡献出什么东西给牛肝菌或花旗松。它可能毫无贡献，果真如此的话，那么这是自然界鲜少见到的免费午餐。

来自肥沃的土壤

观念和树一样，需要有肥沃的土地生长，然后，成熟所需的时间，几乎与花旗松一样长。十三世纪上半叶期间，欧洲在神圣罗马帝国皇帝腓特烈二世的谕示下，开启了科学思想革命。在黑暗时代，古希腊的作品已经流失或被教会所禁，而罗马思想家对科学学习上的进展，贡献极微。在腓特烈二世的统治下，希腊文本又再度被发现，译成拉丁文，供愈来愈多的识字民众研读。这些作品包括亚里士多德、欧几里得、托勒密、阿基米德、狄奥克莱斯和伽林的作品。他们还研读并讨论阿拉伯的药学、天文学、光学和化学作品，主要是靠拉丁文翻译。在罗马教会的压制下，一千二百多年来，教会所允许的“科学”文本主要是拼拼凑凑的百科全书和药典，像迪奥斯科里季斯那本一样——列举了许多从未在地中海北部见过的药用植物。在十三世纪期间，自然科学突然爆发，成为流行思潮。

在腓特烈二世的统治之下，大阿尔伯图斯是广受尊崇的学者，当时，炼金术和占星术为可以合法研究的科学，他在宫廷中被尊为魔术师。他的著作《草木志》于一二五〇年出版（正好是腓特烈二世过世那年），是《植物志》的评注，而一般相信，《植物志》是特奥夫拉斯图斯对亚里士多德作品的汇编。大阿尔伯图斯的作品生动描述了希腊人不知道的本土植物，里面还有一些与原著作者看法不同的由他亲自观察得来的资料。他推崇好奇心和经验，认为这是科学研究的两大支柱。他解剖树木，宣称汁液是以特殊的管子从根部被运到叶子的——就像血管，他说，但没有脉搏。

当大阿尔伯图斯于一二八〇年去世时，腓特烈二世已经死了三十年，而爱德华一世是英格兰国王。在爱德华一世的统治下，英格兰最有成就的科学家是罗吉尔·培根，他大约生于一二一四年，并于一二四〇年拿到牛津大学硕士学位。毕业后，他成为方济各会的成员，有一段时间在巴黎教授亚里士多德的著作。

培根和大阿尔伯图斯一样，赞扬他所谓的“实验科学”的价值，即对自然现象的实质研究，而非仰赖抽象推理或接受他人的智慧。而且他和达巴诺一样，驳斥权威，因而和教会爆发冲突——晚年他被自己所在的方济各会监禁于巴黎，罪名是“可疑的奇技淫巧”和“危险邪说”，这些思想或许是来自他所敬仰的阿拉伯哲学家阿威罗伊斯，阿威罗伊斯在亚里士多德的基础上宣扬普遍理性的思想，但否认人的灵魂可以永生。但培根让欧洲又往前迈进一步，脱离黑暗时代，不再盲目信奉教条，不论是宗教上或科学上的教条。“因为作者发表了许多论述，”他坚称，“所以人们竟透过推理而非自己所建构的经验就相信他们。他们的推理完全是错的。”

就在我们这棵树首次尝试性地探入土壤的同时，科学界也开始以新方法来探究神秘的大自然。

从地下长出来

在夏季温暖的土壤里，这棵树的嫩根建立自己的外生菌根关系，茎则开始摇摇晃晃地向上长。种皮并未完全脱掉，戴在头上，就像一战时飞行员的头盔。植物的茎节刚开始出现，最后这里会长出针叶，但现在还要靠储存在胚乳和子叶里的淀粉提供能量。当储存的能量用尽时，胚乳很快消失，接着茎必须长出针叶，以维持对根部和真菌伙伴的食物供应。

茎的内部结构和根非常类似（木质部和韧皮部被包在表皮里面），除了茎的外层不能渗透，而根的外层必须能够渗透之外。这种外层是树皮，尽管还只是生命初期的单薄、浅灰色、纤细的树皮。成熟的树基本上是死心材，外面包着十到十五年寿命的活边材，装在一层被称为形成层的活组织里。当新管胞在内树皮下形成时，老细胞就会死亡，而树的直径也会变大。可以想象一下蜡烛被热蜡愈滴愈厚的情形。对树而言，新一层的热蜡就是形成层，冷却的那层蜡就是心材，也就是早先生长的那几轮。如果我们在这棵树十米高时钉上一根

钉子，那么当树完全长大时，这根钉子和地面之间的距离将还是一样的。树从顶端长高，而干身只会变粗。这时，树都是活体，包括所有的形成层、边材和树皮，除了死掉的心材之外。水分从根部经过木质部的管胞顺着茎向上移动，当第一片针叶长出来开始进行光合作用时，淀粉（浓缩的糖）会通过韧皮部的筛胞顺着茎往下移，在根部被储存和使用。

和所有的树一样，我们的小花旗松的木质部细胞是由细胞核和包围它的厚壁纤维素构成的，它们在茎部的轴心往上升，就像一把分开的塑料吸管。纤维素是一种多糖体，由单糖葡萄糖分子重复组合而成。纤维素在原生质体中形成时是软的，但碰到细胞壁之后就变硬了。这是已知的最丰富的有机聚合物。所有的植物都有纤维素，甚至连某些真菌的菌丝壁也有。纤维素也是天然纤维中最强韧的，比丝质、筋腱，甚或骨头更抗压，也更不易消化（草食性动物知道）。其强度一部分来自每个分子内部和平行分子间的氢键。事实上，纤维素是如此紧密地结合在一起，以至于如果没有植物生长激素来打破键结，那么新的纤维素分子也就无法依附在它们的内壁表面上，而树也就无法生长。

另一个组成细胞的成分是木质素，它是第二丰富的植物聚合物，可以提升细胞壁的韧性和强度。当植物第一次入侵这片土地，有些开始在同类植物之上生长时，它们的茎部细胞壁只由纤维素构成。当它们长得更高时，有许多会被风吹折或因自己的重量倒下来；而没被折断也没倒下来的，通过某种未知过程，得到了木质素，其在细胞壁里的作用相当于钢筋混凝土里钢筋发挥的作用。最后，只有具有木质素的植物才能存活产生后代。现在的木材约含百分之六十五的纤维素和百分之三十五的木质素。

木质素由三种芳香醇聚合而成——香豆醇、松柏醇和芥子醇，填满了细胞壁里尚未被其他物质占用的空间，甚至还会把水分子排开。因此，其形成了一种非常强的抗水网，把细胞壁所有的元素像水泥般黏结在固定位置，为木质部提供强度和硬度。它还为树提供防止真菌及细菌感染的重要屏障。当树被病菌入侵时，它会用一道木质素墙把受感染的区域隔开，让病菌无法扩散。木质素是非常顽强的，以至于在纸浆厂中，消除木质素的程序非常昂贵。分解制浆木材里的木质素所需的酸是这种工厂排放到环境中的主要污染物。

在我们这棵幼树的顶端附近，有五片子叶像绿色伞骨一样从茎部撑开。它们是这棵树最初的针叶。在顶端，它们与茎相连的地方，有个圆形突起，称为顶端分生组织，新芽由此生长。分生组织有一系列的小突起或节点，而每个节点将形成一组新叶。起初，节点紧密地挤在一起，但随着分生组织里的细胞渐渐分裂扩大，节点之间的距离也跟着拉开。某些节点上会出现侧芽或腋芽。这些芽最后会长成枝条，而每根枝条尖端，将各有其顶端分生组织。在栎树或枫树等硬木树中，每个叶节点上面都有腋芽，但在花旗松和其他软木树中，节点非常密，节间距离只有二毫米，所以只有一小部分的节点才会有芽出现。每个芽都是微小而紧密的小苗，由胚叶、节点和节间所组成，处于休眠状态，随时准备着接受来自根部食物的刺激而开始发育成枝条。

它的子叶由不规则的茎支撑，在顶端像扇子般张开，花旗松现在看起来宛如一株小棕榈树。但麻雀虽小，五脏俱全，其每个分生组织里的细胞都发狂般地分裂、扩大，而其种叶已经开始进行终生的光合作用。

现在，整棵树里有很多细胞，每个细胞各自执行其独特、被预先分配的任务。对植物和动物而言都一样，多细胞性提供了在单一的生物里发展多样性功能的机会。正如我们所看到的那样，多细胞生物基本上是一群更小生物的集合体。然而这种多样性表现出了生物学上的一个悖论。这是如何发生的？有丝分裂或细胞分裂的过程，确保所有子细胞的基因的组成完全相同。如果细胞和组织形态的发育和分化系在基因的控制之下，那么产生差异的机制是什么？

通过一系列精巧的实验，分子生物学已经证实，受精会把亲代的染色体结合成基因组，然后通过一次又一次的细胞分裂，忠实地复制基因组。受精卵的基因组可以被视为一套蓝图，指导各个细胞都依不同角色正常运作，而最终形成一个个体的过程。然而，一套DNA蓝图，对任何一个细胞而言，要完全解读是太庞大的。于是，当细胞进行分裂时，每个子细胞会接收分子讯号，依照指示只去读蓝图的某个特定片段——例如，根系产生的那一段。但告诉特定细胞去读什么的讯号又是什么呢？我们能操控这个讯号吗？最近有一项发现，哺乳动物的干细胞是“全能性的”，有能力分化成任何种类的细胞，当我们更了

解那些细胞讯号时，这也许会促成肢体，甚至整个器官失去后的再生应用。

光照下的叶子

光合作用是一种过程，让地球上得以存在多元而丰富的生命。植物从太阳那里得到能量，从土壤中得到养分，虽然这些并非秘密——莱奥纳尔多·达·芬奇在其《手稿》中正确地写道，“太阳把精神和生命授予植物，而地球用水分滋养它们”——但了解这个过程是如何运作的，是相对近代的发展。一七七九年，荷兰植物生理学家扬·英根豪斯发表了他的不朽作品，标题为《植物实验，发现它们在日照下有净化普通空气的巨大力量，在遮阴处和夜间则会浸染空气》。他一直在追踪英国伟大的化学家和神学家约瑟夫·普里斯特利的实验，普里斯特利是许多宗教文章的作者，也是氧气的发现者。普里斯特利于一七六六年开始研究“易燃的空气”。到了一七七四年，他认定植物能够供应“脱燃素空气”，后来被定义为氧气，它能将一种因燃烧或腐败而不适合呼吸的气体还原，或是加以净化。

这些有关植物对人类生命重要性的早期认识，让英根豪斯非常着迷，于是他从荷兰迁到英国，以便更接近普里斯特利和那一群与他志同道合的实验化学家。他在自己的实验中，发现植物只有绿色的部分才会产生氧气净化空气，而且这些绿色部位所移除的碳，并非如先前大家所以为的来自土壤，而是来自空气。他了解到动物和植物间的互惠现象，一个吸入氧气、呼出二氧化碳，而另一个把空气中的二氧化碳除掉，重新添满氧气。他身为医师——在荷兰研制出疫苗以对抗天花，并于一七六八年亲自为奥地利王室做预防接种——以其所了解的关于植物功能的新知识来协助呼吸疾病患者，白天将他们置于充满绿色植物的房间，晚上当光合作用停止时，则以他自己所设计的设备来产生纯氧，取代植物。

针叶树的叶子就是这种设备。常绿针叶和落叶树的叶子虽然构造不同，却含有相同的成分而作用相近。它们的形状各不相同，因为环境造成它们对效率的要求不同。落叶树和常绿树的优势很难用一个普遍的通则去界定。两种树都存在于各种不同的环境中。但大致上来说，落叶树适应较低纬度地区季节性干旱的气候，或有着长而严寒的冬季的气候，每年秋天落叶，春天再长新叶，如此所消耗的能量少于让叶子度过长期的零下温度所消耗的能量。而针叶由于表面积小，水

分蒸发比阔叶少，因此在阳光充足、干旱期长的环境里表现良好，一如地中海周围和北美洲的西部坡地的情况。

阳光太多会阻碍光合作用，而花旗松是林冠树种，这表示其上部枝条可照到非常多的阳光。其圆锥状的树形也确保每一层新枝条不会遮住下面的枝条。针叶也比阔叶更能抖落积雪，因此树枝折断的危险较小。而针叶所含的汁液较少，这表示它们更耐寒。一株成熟的花旗松也许会有六千五百万枚针叶，它们一直运作，但没有一枚针叶会照到过多的阳光。

一般树叶一季之后就掉落，针叶则不同，大多数都能在树上存活二到三年——有些常绿树，像是猴谜树，其针叶可以在树上活十五年；狐尾松的针叶则能活五十年——因此这些树有较长的时间来储存换新叶的能量，而且针叶会制造更多的能量。由于针叶常年保持在树上，即使在冬季的月份，在光照和温度都降到非常低的水平期间，针叶树依然可以不停地进行光合作用。在德国进行的一项研究，比较了落叶树山毛榉和针叶树挪威云杉所制造和储存的能量，研究发现山毛榉一年进行光合作用的天数是一百七十六天，而挪威云杉是二百六十天。即使云杉的叶子总表面积较小，云杉的生产力也比山毛榉高出百分之五十八。

花旗松的针叶是扁的，横剖面为矩形，由表皮构成，表皮里面可以发现光合作用细胞。落叶树的叶子和一些针叶树的针叶，包括花旗松，都含有两种细胞：附着于表皮里面的栅状叶肉细胞，以及松散分布的海绵状叶肉细胞。在花旗松上，位于针叶上表皮的栅状细胞保护海绵状细胞不会照到太多的阳光。针叶表皮上的洞，称为气孔（stomata），由两枚保卫细胞控制开合。希腊文stoma是喉咙的意思（英文stomach“胃”是误用）。一枚阔叶，例如榆叶或枫叶，有数百万个气孔，它们通常位于叶子的背面；某些栎树叶，每平方厘米的表面就有十万个气孔。花旗松针叶上的气孔较少，但也是位于背面。保卫细胞表现得像嘴唇，它们依据针叶里水分的多寡而膨胀、收缩，从而控制从气孔进来的二氧化碳量及扩散出去的氧气量和水蒸气量。

树可以把大量的水分升起并蒸发掉。亚马孙雨林里的一棵树每天能升起数百公升的水。雨林的行为就好像绿色海洋，蒸发水分向上“下雨”，宛如地心引力反转似的。接着，这些被蒸发的水汽以巨型蒸汽河的方式流遍整个大陆。水凝结后，变成雨水落下，再由树拉上来。水

上上下下向西移动，平均要进行六次，才终于碰到安第斯山脉的实体障碍，变成地球上流域最大的河流，再流回大陆各地。同样，印度尼西亚有一亿一千四百万公顷的热带雨林（它是全世界第二大森林国家，仅次于巴西），是亚洲水文循环的关键部分。森林在全世界各地不断补充地球的淡水供应，并在气候及气象上扮演重要角色。

植物也是丰富的分子来源，数千年来人类已经学会了如何运用它们。一八一七年，两名法国化学家——巴黎药学院药物自然史的助理教授皮埃尔-约瑟夫·佩尔蒂埃，以及研究生约瑟夫·别奈梅·卡文图——正在研究生物碱和植物着色剂。他们除了发现了马钱子碱、奎宁和咖啡因之外，还确认了树叶里的绿色色素是一种化合物，他们将之命名为叶绿素，这个词来源于希腊文的“黄绿色”和“叶子”。虽然他们当时并不了解，但他们已经分离出了使光合作用成为可能的化合物。

叶绿素由五种元素组成：四种生命基本元素——碳、氧、氢和氮，加上第五种——镁，一种来自土壤的金属元素，几乎对所有生物来说都不可或缺。例如，人类一天要消耗二百毫克的镁（靠吃植物或草食性动物），以维持骨骼和血液的健康。让叶子和针叶显现绿色的物质是叶绿素里的镁。叶绿素分子吸收阳光中的红色和蓝色成分，但不吸收绿色成分。当光从植物反射出来时，我们看到的是未被吸收的绿色光。我们之所以活在绿色的世界里，是因为我们的土壤和植物含有镁。

唐纳德·卡尔罗斯·皮蒂在他的书《花满地球》中回忆，他在就读哈佛大学植物系时，是如何学习从长在哈佛古老建筑物外的常春藤叶子中萃取出叶绿素的。他和同学先把叶子煮过，然后置于酒精中，叶子就失去了颜色，酒精则变成绿色。接着他们用水稀释酒精并加入苯，溶液就分离了，黄色的酒精在底下，而浓稠、绿色的苯漂在上面，像一池绿藻。“你只要小心地把后者倒进试管，”皮蒂写道，“就可以得到叶绿素的萃取物，不透明、微微晃动、浓稠、有点黏、油油的，而且有味道，很腥，像割草机于雨后草地上除草后刮刀上的味道。”皮蒂做了光谱分析后，发现组成叶绿素分子的成分竟让他有种怪异的熟悉感。“身为一个植物学家的学徒，一个未来的自然学者，”他写道，“有件事让我心跳加速。这件事就是叶绿素和血红蛋白，我们血液的精华，竟然如此类似。”这不是异想天开的比较，而是踏实的科学类比。“这两个化学结构式的显著差异是：每个血红蛋白分子的轴心是一

个铁原子，而叶绿素是一个镁原子。”就像叶绿素因为镁吸收了绿色以外的所有光谱，所以是绿色；血液之所以为红色，是因为铁吸收了红色以外的所有光谱。叶绿素是绿色的血。它被设计用来抓住光；而血是被用来抓住氧的。

海绵状细胞里有许多小小的封包，即叶绿体，而每个叶绿体里，还有一些更小的封包，称为叶绿体基粒。叶绿体由一层一层叶绿素和脂肪蛋白交替排列而成，悬浮在液体酶和盐溶液里。每个叶绿体就好像效率非常高的光伏电池一样，抓住太阳能，用太阳能把空气转化为食物。叶绿体可以抓住几乎无限的太阳光以取得所需的能量，把二氧化碳和水转化为糖。随着能量被绑在葡萄糖的键结中，糖分子可以被储存起来，以备未来随时可以合成这些高分子的建构基础：脂质、淀粉、蛋白质和核酸。

皮蒂问道：“叶绿素这古老的绿色炼金术士是如何把地球上的废料转变成活组织的？”水从根部通过附在茎上的木质部进入针叶，并渗出到海绵状细胞之间。二氧化碳透过气孔被吸入针叶。当一个太阳光子打到叶绿体时，每个叶绿素分子会射出一个电子，这个能量把分子激化，然后分子以此激发态来执行化学反应。事实上，一系列的反应在瞬间发生，被射出的电子所释放的能量把水分解成原来的构成元素，氢和氧。二氧化碳也被分解成单独的元素。然后被释放出来的碳、氢和氧重新结合形成碳酸，随即变成甲酸——和蚂蚁蜇人时所分泌的化合物相同。甲酸又变成甲醛和过氧化氢，它们随即又被分解成水、氧气和葡萄糖。有些葡萄糖接着再转化成果糖，立即供树使用，其他的则被压缩成淀粉，传送到根部储存以备将来使用。氧气和水蒸气通过气孔以呼气和蒸发的方式排出。这个过程最后形成的其他产物还包括氨基酸（蛋白质的基本成分）和多种脂肪及维生素。

这种化学作用需要光，而所有的光皆来自太阳，虽然太阳离地球一亿五千万千米，但它以每秒二十一万五千万亿卡路里的惊人速度把能量传到地球。这些能量大部分未曾涉及光合作用——大都落在沙漠、山坡、极地冰山，或我们暴露的皮肤上。但这就足够了。只要有百分之一的能量被用于植物，就足以保持整个地球的生命力。

蠑螈烧得发亮

在我们这棵树以及附近的蕨类植物、羽扇豆和柳兰遮阴下的低矮处，一只西部红背无肺螈于寻找虫子的途中，停下来侦察溪畔是否有掠食者或潜在的交配对象。这是在花旗松附近所发现的二十一种蝾螈中的一种，这只西部红背无肺螈是一只长而光滑的黑色雌螈，它的背上有一道像毛笔画出来的明显的赤铜色线条，直到尾部，腿部上端也有。它的腹部灰白，带着黑色和白色的斑点，当它在黑暗中等待时，它的肋骨一胀一缩像一个风箱。西部红背无肺螈是一种无肺的两栖动物，这表示它不是用嘴来呼吸，而是直接用皮肤来吸收氧气。要达到这个目的，蝾螈已经演化出了一种多孔的表皮，以至于经常有脱水的危险，这也是为什么它们只在阴湿的小气候里才被找得到。它们的皮肤就像我们肺部的内里一样纤细而脆弱。

其他的北方无肺蝾螈，诸如乌斑攀螈和埃氏剑螈，更喜欢藏身于老熟林地表的腐木中心，那里有丰富的可食的跳虫，湿度也很稳定，即使在大火中亦然。但西部红背无肺螈较常被发现于空旷处和火烧过之处，通常是面西的碎石坡，在那里土壤中含有沙砾，日照较少，有一些低矮的叶子作为保护，而且有水。所有的蝾螈都是冷血动物，这表示它们的体温会随着四周物体的温度而改变——空气、石头和腐败物。比起其他种类的蝾螈，西部红背无肺螈喜欢稍微温暖一点的地方。

这种蝾螈的活动范围很小，只有两平方米，而它似乎也不担心保护地盘的问题——这一地区森林的蝾螈密度颇高，每公顷将近八百只，因此，严格的地盘保护策略将会消耗大量精力。大多数时候，它会避开腐木，在腐木中它可能会碰到其他蝾螈，而当它进到腐木中时，它会尽量待在靠近表面的地方，刚好在树皮下面，而不是深入腐木中心。它似乎喜欢剑蕨植物基部的洞穴。四月是它的交配期，六月它会把卵产在陆地上，而不是像水生蝾螈一样产在水中。它的小蝾螈将会从卵里出来，外表已经完全成形，像是它的缩小版。

全世界已知的蝾螈只有四十种，但它们分布很广。在我们这棵树的生长期间，蝾螈分布于欧洲、小亚细亚半岛和非洲是众所周知的。传说中甚至还有火蝾螈。根据亚里士多德的看法，火蝾螈不怕火，它们非常冷血，只要走过火，火就熄灭了，他的话在当时还很有权威性。一直到十七世纪都有故事说，有人在他们的火炉里，看到蝾螈平静地栖息于燃烧的木头上。世人还认为蝾螈有毒。亚历山大大帝描述

他有四千人和两千匹马在喝了一只蝾螈掉在里面的溪水之后，全部立即死亡。蝾螈爬过的树，其果实就会有毒。这些迷信也许有些科学根据，因为某些蝾螈会分泌出一种薄薄的乳状物质，它是一种神经毒素，吞食会致命，这也是大多数掠食者都不去招惹它们的原因。有人认为用蝾螈制成的披风可以防火，于是就有便服做给炼金术士或想当魔术师的人，例如教皇就有一件。唉，其实是浪得虚名。迪奥斯科里季斯把数十只蝾螈丢进火里想看看会发生什么，结果它们被烧得脆脆的。显然，需要更为仔细的观察。马可·波罗从一二七五年起旅居中国十七年，在此期间寻找这种动物，却一无所获。“传说中以蛇的形态活在火中的蝾螈，”他在一二九五年回到威尼斯时，在报告中说道，“我在东方完全看不到任何踪迹。”

虽然他没有见过火蝾螈，但他的确报告了一种产品，在钦赤塔拉斯地区，有一种称为蝾螈布的东西，以“取自山上之物”制成，含有“类似羊毛的纤维。这东西在太阳下晒干后，在铜钵中被敲打，然后一直被洗到土粒脱落为止”。做出来的羊毛接着再被纺成线，织成布，放到火上烧一小时，直到变为白色。“并且烧不起来。”他认为这种从矿物中取出的物质可能是蝾螈皮的化石。我们知道这是石棉。“据说在罗马保存着一张用这种物质做的餐巾，是大汗送给教皇的礼物，作为包装耶稣基督圣手帕的材料。”

我们现在知道蝾螈的染色体细胞含有的染色体DNA，是哺乳类动物（包括人类）的一百倍。没人知道这些多余的核苷酸有何作用，它们可能只是功能性DNA的复制品，即基因学者所谓的垃圾DNA。但一般而言，诚如亚里士多德所观察到的那样，大自然里没有任何东西是多余的。蝾螈仍然是个谜。

风从海洋上升起来，吹动了我们这株幼树上方沿着河床而立的年轻阔叶树的叶子。我们这棵树在它之后的生命里，必须抵抗风，风会摇晃、打击树冠，造成断枝的威胁，削弱其抓土壤的力道，扇起树底部的地表火焰，并把种子高高地吹到山上。暴风是决定大型森林形态和构造的第二大力量，仅次于火。未来五百年间，将会出现风速超过每小时二百千米的暴风，把数百万公顷的花旗松林吹倒。但现在，风是有益的力量。



无肺的蝾螈

第三章
成长

在春天，当温度升高到五摄氏度以上时，树冠部位分生组织的细胞会产生生长素，它们以每小时五到十厘米的速度往下散布到树干中，促进形成层的生长。

> 当最初不开花的蕨类林，
>
> 遮蔽了古老幽暗的潟湖时，
>
> 一阵模糊而无意识的长期骚动，
>
> 摇动着或金或绿的巨大蕨叶。

阿格尼丝·玛丽·弗朗西丝·鲁宾逊︽达尔文主义︾

火灾至今已过去了十六年。烧过之处不再是森林里的黑洞，而是一片鲜绿的植物，长得虽不及未烧到之处那么高，但显然已起死回生了。空气中的炭烧味早就消失了。有一年春季，雨量非常大，超过一千五百毫米，之后是干旱炎热的夏季，森林则长得非常茂盛。现在是初秋，看不见溪流从山脊流下，不过可以感觉到一道绿色光泽，流经林地中暗色的树干和盘绕的根部。森林依旧安静，但不像火灾后的死寂，而是蓄势待发的静。

北美乔柏和一些大叶槭、藤槭等，现在已经从火烧处长出，成为森林群落的一部分。沿着溪畔的一小段距离内，红桤木形成一道明显更黑亮的带子，蜿蜒穿过针叶林。成熟的四十年红桤木在空旷处可以长到二十四米，但就像现在遮住它们的花旗松一样，它们不耐阴，因此，在这座森林里活不久。在它们还没完全长高之前，较老的将会死亡，为林地留下一处暗色的空地，会显得有点单调。但现在，在地面上，它们平滑而接近白色的树干就好像昏暗矮树丛中的一束束柔和的光线。黑头威森莺、孤绿鹃以及冬季里的白腹灯草鹀，发现它们是昆虫、蜘蛛和种子的可靠来源。

它们之所以被称为红桤木，是因为它们的树皮内层有红色色素。每年都有一户沿海萨利什人家庭会爬上火灾旧址，在溪边扎营住一到两夜。他们称红桤木为“优沙威”。白天，他们把树皮削成三角形的长条，小心翼翼地避免绕住树干，也避免伤到活的形成层，然后把这些三角形紧紧地绕成卷，拔营时，就带回海边的村庄。他们会把树皮内层捣碎，以释放颜色，把它和鱼油混合，再用这个混合物来装饰他们的乔柏树皮衣服和狗毛毯子。

萨利什人前面临海，后面靠山，他们知道如何在这两个培育区之间取得平衡，安全地生活。他们不太关心上和下、天和地，但他们对海岸和森林是知之甚详且经验丰富的。

晚上，在红桤木的营地里，家庭领袖教授各种树的特性和名称。西部铁杉的树皮可以做成棕灰色的膏，人们用它来染渔网，让鲑鱼看不见。北美乔柏被他们用来做独木舟、长屋、工具和药品。大叶槭的大叶子很适合做成装莓果的篮子。用棉白杨的叶子做绷带很好，因为它们被捣碎后可以黏在皮肤上。花旗松很轻，但非常强壮，是一种燃料树，它的树皮特别好烧，虽然会爆出许多火花，而其绿色的枝，可以拿到蒸汗屋去烧，以净化人类的心灵和思想。这位家庭领袖还讲故事——例如“洪水树”，就是神圣的浆果鹃，其先人乘着独木舟在大洪水中漂流，直到发现这些树可以栖身而得救。所有的故事都把陆地和海洋联系在了一起，而人也一样。

树萌芽

我们这棵树高八米，有十六层枝条从其圆锥状的主干辐射出来，底下的八层已经掉落。其基部直径为三十五厘米。树枝顶端新芽条的颜色比成熟的针叶淡，树枝基部有新芽。

但低矮的树没有枝条，因为最有利于树的生长的地方才长得最大：上面的全日照处和地底下。

花旗松和美国黑松及黄松等其他的针叶树一样，只要土壤的深度允许，它就会长出深入土中的中央主根，以支撑其巨大的上部结构，最后长得高耸入云。常绿树还有一张侧根网系，它四处散开，形成了树赖以生存的平台。有些厚一点的侧根会隆起在地面上，就像海湾里潜在海中吃鲱鱼的灰鲸的背部。这些根暴露在阳光下的地方，会将叶

绿素分布到树皮内层，产生局部的生长激素，帮助养分通过木质部往上传送。当侧根碰上相邻的花旗松的侧根时，两条根会结合在一起，有时是纵向的，有时成直角，形成一个单一的脉络单元，所以，每棵树都相互帮助，透过相连的韧皮部分享激素和淀粉。

美洲颤杨林采用一种不同的与根联结的方式。颤杨的树干事实上是从单一根系上长出来的。这是一种适应方式，可以让单一生物体利用不同的利基，从阳光充足而干燥的高地到低湿的谷底和河畔，因为透过根，位于贫瘠土壤的颤杨能够接受到来自位于肥沃土壤的颤杨的养分。这样的美洲颤杨聚落可以长到覆盖广大区域。犹他州有一丛颤杨林占地四十三公顷，总重约六千吨，将近是一棵大型巨杉的三倍，也是地球上最大的生物体之一。全世界最大的单一生物也许是在俄勒冈东北部蓝山中的针叶混合林里被发现的奥氏蜜环菌。它已经有八千五百岁了，覆盖面积将近十平方千米。

我们这棵树也通过与外生菌根真菌的合作关系，从其他树木的根部获得了好处。例如红桤木特别善于将空气中的氮去除，固定到土壤中——据记载，一年中每公顷红桤木可以固定高达三百千克的氮，足以供整座森林用二百年——然后氮被细菌分解，被真菌吸到其他树的根部，包括我们这棵树。作为回馈，红桤木根部淀粉的储量中有百分之十来自它们的邻居。通过种内和种间的联结，我们的树因为身为森林生态系统的一部分而获得好处，从而提高自己的存活概率。尽管红桤木非常有效率地将氮固定，陡坡和薄土壤上的豪雨还是会把大量的氮冲到河里，再流入海中。对所有的森林而言，限制生长的因素通常就是氮浓度。

四月初，树干和枝条上的分生组织中的细胞开始分裂，形成一层新的形成层，夹在外树皮和边材外部之间。这就是树的生长方式，在前一年的细胞层上面再添上新一层的活细胞。老细胞会死亡，成为心材的最外环，新的边材则接下大部分的运水工作。每一年，树的中心轴都会加上新的一轮。活树冠基部的轮比顶部的轮稍微厚一些，但树基部的轮更厚。结果，树干的外形一直保持圆锥状。树顶和最底层枝条部位所形成的圆锥角，比树冠和树基部所形成的圆锥角更尖锐。

在春天，当温度升高到五摄氏度以上时，树冠部位分生组织的细胞会产生生长素，它们以每小时五到十厘米的速度往下散布到树干中，促进形成层的生长。生长素会累积在前几年形成芽的地方，使细

胞快速分裂，促进侧芽生长或腋芽生长，最后成为新的枝条。到了五月中旬，这些芽开始冒出来，或胀开。小针叶像浸在绿色颜料里的画笔，从端点长出。这些芽有些会发育成新枝条，但今年，有些会发育成球果，而产生花粉、让卵子受精，以及散播种子的周期长达十七个月，它现在已经开始了。

将来要长成球果的芽，主要位于树顶附近一年大的枝条上。有些靠近枝条基部的会变成雄球，或称花粉球，而其他接近枝条顶端的，会变成雌球，或称种子球。直到七月中旬，我们才能弄清楚哪些芽会发育成枝条，而哪些会发育成球果。在十周大之前，它们看起来都好像要长成枝条似的，但枝条、种子球和花粉球这三种芽的不同生长形态的区别，会渐渐显现出来。到了秋季，预计要长成枝条的芽，长出了螺旋排列的叶原基；未来的花粉球，长出了呈螺旋排列的结构，看似突生的叶子，最后会变成花粉囊；而种子球的芽发育成了螺旋排列的原基，以后再长成具有花旗松球果特征的鼠尾状的苞片。

现在是九月了，这三种类型的芽都进入了休眠状态。然而，细胞分裂却在它们的内部进行，并且整个冬季，某些生理活动将持续进行，只是速度降低。未来会成为球果的芽，其内部进行的冬季活动比成为枝条者多；而成为雌球者进行的活动又比雄球多。有些活动将由光合作用推动。只要温度维持在五或六摄氏度以上，这棵树就会持续进行光合作用，以补充冬季的淀粉供应。但大多数时候，它会休眠，靠着夏季储存在边材和树叶里的能量来过冬，并供应春天来临时第一波发芽的能量。此后，在我们这棵树的余生中，这个过程将每两年进行一次。

随风飘荡

虽然针叶树看起来宛如从地上冒出来的电线杆一般，笔直地生长，但其实，它是以盘绕的方式钻离地面，就像一枚导弹那样旋转升空。用数学来表达这种生长模式就是“动态螺旋”，这解释了树干和树枝呈圆锥状以及树冠呈箭头形的原因。在树皮底下，木材纹理以螺旋状向上生长。于是，树干的形状就反映出树的形状，因为这二者都是以对数增长方式生长的结果：每年新的生长，不仅增加树的周长，还增加树的高度。这种基底周长和整体长度同时增长的螺旋模式，在许多自然事物中一再出现：大多数软体动物的壳、独角鲸和象的扭绞状的牙、玫瑰花瓣沿着中心生长的重叠模式等。贯穿太阳系的螺旋星系和

人类单倍体细胞中的双螺旋缠绕DNA都是明显的例子。在针叶树里，球果的螺旋结构也是明证。

虽然植物和动物的外部特征和传输系统可能完全不同，但植物的性和动物的性几乎没什么差异，植物和动物都会将来自双亲的基因物质结合起来以产生子代。在针叶树中，雌球带着胚珠，每个胚珠含有一颗卵子。当来自花粉球的雄性配子使之受精后，卵子就会变成种子，它包含着一棵萌芽期的树和养分供给。

松树的球果没有花瓣，而是以螺旋状的方式，围绕着中心轴长出鳞片，因此没有任何一片鳞片长在另一片的正上方，而且，整个球体可以用蜡和松脂封起来，春季时可以渗出水分，夏季干旱期时则可以保持水分，等到了秋季适当的时机则可以散播种子。雄球长在树枝基部，为花粉球。它们比雌球小，发育也比较慢，雄球在第一年大部分的时间及冬季，都一直被包在芽鳞片里，其细胞则悄悄地分裂为五个细胞的粒子，到了二月，会在花粉囊里开始成熟。一直要到春季，即将释出花粉之前，球果才会打开。它们是等待中的授粉员，和蜂巢中的雄蜂一样，显然要一直等待，直到受召为雌性服务为止，一旦任务完成，就会死亡。雄球由一个中心轴和许多鳞片组成，每一片鳞片的基部具有两个花粉囊。雄球大都长在低处的枝条上，而雌球长在高处，因此，到了四月雄球在释放出花粉时，才不太可能向同一株树上的雌球授粉。反而，花粉会被风吹到附近树上的雌球那儿。

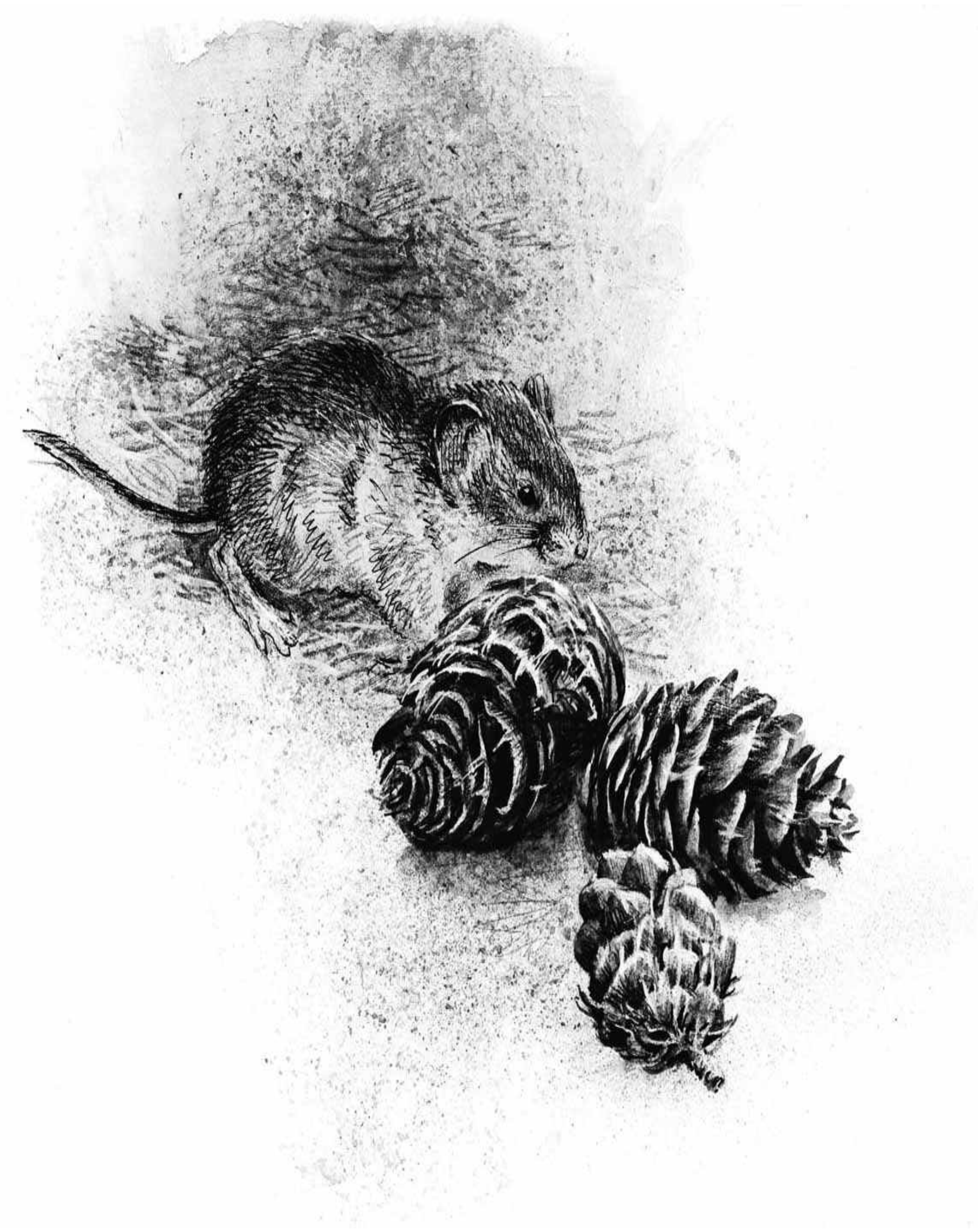
雌球远比雄球复杂。它们从二月开始生长，中心轴拉长，芽鳞片也随之长大。这时，雌球呈水平方向长在树枝上，但因为球体底部所累积的生长激素较多，所以底部的生长速度也就比较快，因而在芽体爆开之前，球体会弯转向上，到了四月，则呈直立状。每个苞片的基部都有一枚鳞片，每个鳞片基部则有两个胚珠。中心轴上的胚珠的末端有一个小孔，称为珠孔，这里就是最后长出新根的地方。用不了多久，来自雄球的花粉粒就会穿入这个开口，展开授粉之旅。

在三月，花粉粒已经完全发育，雄球开始变大。当其中心轴拉长时，新的生长会把芽鳞片推开，到了四月芽体爆开时，花粉就会从封闭的囊体里被释放出来。空气中充满了花粉雨。这时，雌球在树枝上笔直站立，其苞片张开，宛如一把把打开的小伞，以完美的姿势接收被风吹过来的像粉尘似的花粉粒。

风媒传粉是一个不受控制且没法把握的过程，一般认为，这是植物界里相当原始的传粉方式，因为无法控制花粉将落于何处。相比之下，昆虫授粉则有比较好的授粉概率，因为花粉黏在昆虫上，而昆虫会去寻找同种植物的其他花朵。事实上，许多种植物演化出吸引特定昆虫的花，就是为了这个目的。但针叶树在会飞的昆虫出现之前，就已经发展出它们的授粉技术了。开花植物，即被子植物，却只有在白垩纪时期才演化出来，白垩纪大约结束于六千五百万年前，而在当时，裸子植物——针叶树、苏铁和银杏——已经至少存在了三亿年。

在二叠纪时期，树开始和蕨类有所区别，当时所能运用的花粉传播机制并不多。当时有水，但水在地上。当时有陆地动物，但它们也被局限在陆地上。树的生殖器官高挂空中，除了风之外，还有什么东西能够带着它们的花粉粒到处跑呢？繁殖兴盛的树种就是那些能够产生个个独立而又极为细小花粉粒的树，只要有一丝丝微风，花粉就能飘起来，大量散播，其中一部分花粉落到其他树的雌球上的概率，明显大于零。通常风媒植物所产生的花粉数量是个天文数字，它们在空中形成细雾，也为山中的湖面蒙上一层外衣。开花树，比如桦树和榛树，也是靠风。它们的每个花序能够产生高达五百万个花粉粒，而每棵树有数千个花序。这是一种霰弹枪式的传粉方法，但似乎还行得通。

这种方法当然比自花授粉好，也是一些后来的植物所采用的方法——例如大多数现代一年生的杂草。达尔文曾经指出“自然……厌恶长期自花授粉”。也许是因为他了解到，一如动物近亲繁殖的情形，长期自花授粉会使得物种弱化。厌恶自花授粉并不只是维多利亚时代的偏见而已，在大多数的人类文化里，也有近亲繁殖的禁忌，特别是针对兄弟姊妹间或是父母子女间的乱伦行为，有些地方禁止六代以内的表亲通婚，例如未与文明接触前的因纽特人文化。虽然许多社会道德规范缺乏科学上确切的解释或基础，但这个社会禁忌在遗传上有着正当的理由。



红背和冷杉球果

有性生殖所产生的生物体带着两组染色体，一组来自父亲，一组来自母亲，这样的生物体称为二倍体；而每一个带有一组染色体的精子和卵子称为单倍体。每个染色体携带了数百个基因，这些基因沿着染色体排列，像珠子一样连成一串。这些基因也会搭载于其他相对的（同源）染色体上。同源染色体上同一位置的基因，相互称为彼此的等位基因，二者也许相同，也许不同。例如，豌豆种子的颜色由一个基因的两种不同形式所控制，其中一种形式决定了黄色种子，另一种则为绿色。在任何一株豌豆上，这两个等位基因也许都是黄色或都是绿色，也有可能是一个黄色一个绿色。同一株植物同时带有黄色基因和绿色基因，其种子的颜色为黄色，因此，我们称黄色基因对绿色基因为显性，而绿色基因对黄色基因为隐性。人类和其他动物一样，如果个体所携带的等位基因都是隐性的，就会产生死亡、畸形或是其他缺陷性状。没有亲属关系的两个人所生的小孩，其染色体中决定任何一种性状的等位基因全为隐性的概率微乎其微。然而，双亲血缘愈近，这二人都带有同样隐性等位基因的概率就愈高，在高度近亲通婚的情况下，其概率会飙升——对一些基因遗传疾病来说，患病概率会从千分之一跳升为二十分之一。连续近亲繁殖，一代接着一代之后，会进一步提高概率，很快就会产生一个群组，在此群组之中遗传到隐性性状的概率，就跟那些生下来即没有这项隐性性状的概率一样高。如果某种特定的遗传变异造成个体对环境适应不良，则会导致绝种；如果个体更能适应新环境或是改变后的环境，则这项变异就是有利的，能把更大的竞争优势传给个体。但达尔文注意到长期的近亲繁殖，很少会带来适应上的优势。

以前一度有人以为特别适应某一环境的生物会取代其他的生物，最终会消灭所有存活率不高的基因——换言之，这些个体在基因上将会变得愈来愈类似，或是具有同质性。二十世纪六十年代，由于分子技术已臻成熟，基因学者们便开始检视生物个体中特定基因的产物，以果蝇为例，学者们预期它们大多数的基因具有同质性。但令他们惊讶的是，证明刚好相反，在检验特定基因时，他们发现了大量不同的等位基因形态。这种多样性现在被称为基因多态性，而且成为强健、适应性良好的物种的特有定义。当生物种群比如孟加拉虎或大熊猫的数量低于某个特定数字时，这个种群就不具有足够的基因多样性以确保物种的健康——最后，这个物种的所有成员都具有基因上的关系，于是，所有的繁殖都成了近亲繁殖。

大量个体集中于狭小区域的物种，比如岛屿或非常小的生态利基中的物种，要保持基因多态性，也许和我们的直觉相违：为什么要选择一大堆多样性，而不专注于既有环境下最佳的等位基因组合？如果环境状况永远不变，那么这也许行得通，但在地质时间轴上，变化才是常态。现在的太阳比生命刚出现时，温暖了将近百分之三十；山脉出现而又弭平；海洋满了又空；冰河时代来了又走。然而生命一直存在，而且还更加繁盛。基因多态性可以确保在特定的物种中始终存在一个异质基因库，它提供大量的组合方式，其中某些组合可能比其亲代更能适应变化中的环境。

多样性可以提供弹性和适应力。大自然似乎建立在一系列的嵌套差异上。在每个物种里，有个体基因多样性；在栖息地里，有许多不同的物种；在生态系统里，有许多不同的栖息地；整个地球则有各种不同的生态系统。就是这种多样性，让生命在生物圈中具有弹性。正如人类学家韦德·戴维斯指出的那样，就适者生存而言，还有另一个“圈”里的多样性是同等重要的：人类圈。从北极地区的因纽特人文化，到亚马孙盆地的卡亚波人文化、澳大利亚的原住民文化和卡拉哈里沙漠的桑人文化，数百个世代以来，全世界的人类文化都累积了可以使他们在各异其趣的环境中繁衍的所有知识。每一种知识的基础，都深植于对地方的了解，而这个地方，我们称之为家。把这些文化全都集合起来，它们所包含的知识，就形成了人类圈，它是人类想象世界的所有方式的集合，包括世界如何运作，以及我们属于世界的哪个部分。就如同生物圈中，生物多样性的所有水平，是生命永远存在于地球的关键一样；人类圈里的多样性，可以确保各种知识的分享得以延续，而这正是我们作为一个物种存在于惊人的多样性生态系统中的关键。

单一培养指的是，把单一物种或单一基因品系散布到广大的区域上，而排除其他的品系或物种，这是多样性的反义，会导致一个物种或一个生态系统容易受到变化的气候条件、掠食者、害虫或疾病的伤害——一如我们以极大的代价在农业、渔业及林业的经验中所学到的那样。只为了生长速度、大小和材质的考虑，去筛选个体，或在实验室里进行基因操作，而不考虑树种的周围环境以及经过演化与其相互关联的其他物种，这样是无法栽植成花旗松林的。生物学家威尔逊预测，在不久的将来会出现一种情形，所有可砍伐的树木皆被种植在“林场”，一如所有的食用鲑鱼皆来自养殖场，鸡来自养鸡场一样。结果丧

失了基因多态性和物种多样性，这将会让地球上的整个基因结构，容易受到无法预测和无法控制的力量的伤害。二十世纪七十年代美国南方大量栽培的一个杂交谷物的商业品种，就几乎发生过这种灾难。一种变种真菌疾病在几个月内就把数十万公顷的作物一扫而空。

风媒方式也许原始，却还可以让基因多态性永续长存，而且相较于其他的远系繁殖方法，例如靠哺乳类或鸟类来传播，还有些优势。首先，森林里几乎总是有风。在高海拔地区，春季的气候经常是湿冷的，四月里的哺乳类和鸟类可能很少，但不太可能没有风。另一个优势是树不用耗费一大堆能量来让生殖器官吸引授粉的昆虫。长出开花植物那种大而绚丽的展示品是很昂贵的，而且还需要能量去维持。相比之下，球果是低维护成本的器官。它比花持久，因为它由更耐久的材料做成，而且不必不断地补充糖蜜以报答来访的昆虫。第三个优势是距离：有人发现风所挟带的花粉，离最近一棵可以产生这种花粉的树，相隔远达五千千米，比任何蜜蜂、蚊子或经过的动物所能携带的距离还要远。这种授粉方法可以增加基因多样性，也可以让最孤单的松树雌球有机会被授粉而产生种子。同时，它应该也可以用来警告那些主张能控制基因工程作物的倡导者。

花旗松花粉粒里所储备的食物比大多数其他的针叶树还多，由于比较大也比较重，所以传不远，但在以花旗松为主的森林里，它们不必传太远。研究人员计算了离最近的花旗松数千米远的地上的花粉粒数，发现平均每平方厘米有一百二十三粒；离最近的花旗松四分之三千米远处，这个数字上升到每平方厘米三百二十粒；而在花旗松下面，每平方厘米有八百粒。他们分析最有效的风媒传粉的距离，可以远达树高的十倍，对我们这棵树而言，其花粉落在距其一百米以内的树上最有效率。这个区域包括了火灾旧址里大部分的树，以及火灾边缘的几棵老树。

植物复兴

在中世纪末期，我们的树正要展开它第十五年的生命，此时，世界普遍对植物更加了解。在建筑上，木梁在大型建筑如大教堂中，取代了石拱，其木造中枢可以在没有支撑的教堂正厅里，建成高高的拱形穹顶。在服装方面，羊毛和皮革受到了由植物制成的材质的挑战，这种材质更轻便、更便宜，且更时髦。当哥伦布于一四九二年抵达西印度群岛时，泰诺人用来和他以物易物的东西不是黄金，而是水果、

蔬菜和几束棉纱，这也是他认为他到了东印度群岛的原因之一。七年后，瓦斯科·达·伽马从印度航行回来，带了几卷来自卡利卡特的棉纱。其后的两个世纪里，许多航行探险都是为了满足对棉纤维这种新资源的需求。到了十五世纪末，由亚麻做成的亚麻纸从中国传到欧洲（中国自第一世纪即使用亚麻纸），它几乎取代了书本所用的羊皮纸或牛皮纸，这证明了它的耐用性。这是植物对新的社会秩序影响最显著的地方，因为它们让印刷的快速传播成为可能。

在一四四七年到一四五五年之间，当约翰内斯·谷登堡于德国美因茨发明了印刷机时，亚麻纸正好可以派上用场，来快速而便宜地印书。例如，一本《谷登堡圣经》，如果不用亚麻纸印刷而是由僧人以羊皮纸抄写，要花二十年才能完成，而且还需要二百只羊的皮。

谷登堡的才能在于，他利用了大学入学人数扩增所创造出来的对书本的巨大需求，而大学人数之所以增加，是因为古希腊和阿拉伯自然哲学家的手稿被重新发现。谷登堡的发明为书籍的大量生产铺平了道路。印刷机开始印出新版的亚里士多德、欧几里得、迪奥斯科里季斯和特奥夫拉斯图斯的作品，因此，对这些古典名家思想的含义、缺点做更广泛的探讨，不仅成为可能，而且还无法避免。阅读，以及不久之后的教育，为大众所热烈追求，而不再是富人的消遣与娱乐。对知识的新渴望反映在印刷品流传到欧洲各地的非凡速度上。在《谷登堡圣经》问世之后的五十年内，德国的六十个城市，还有其他位于意大利、西班牙、匈牙利、丹麦、瑞典和英国的城市，都有了印刷机，全都忙着印书以供大众消费。据估计，十五世纪结束时，已经有两千万本以上的书被印刷了出来。以平均每种书的印刷量不到五百本来算，有四万种以上的书落在了热切的普通读者手中。

在这些新书中，有许多是谈植物的。《拉丁植物志》印刷于一四八四年，接着《德国植物志》印刷于一四八五年，虽然这两本书都是古典作家（通常是迪奥斯科里季斯）所写的植物汇编，但它们是首次含有附录，描述在当地所发现的植物的书。科学界所认识的植物种类迅速而剧烈地增加，尤其是在哥伦布从新大陆回来后，带回来的标本完全不同于希腊人甚至马可·波罗所描述的那样。这波新植物狂潮对十五世纪植物学的影响，和望远镜的发明对十六世纪天文学的影响相当。眼界开了，以新方式来思考世界就无可避免了。不用再一直躲在

别人背后偷看，而是转过头来大大方方地看着现在，甚至还对未来一探究竟。

一五三四年五月十日，雅克·卡蒂埃的两艘船“来到了新陆地”。接下来的几周，它们航行在圣劳伦斯湾里，卡蒂埃碰到了许多小岛，上面有奇怪的植物、动物和鸟类。他报告说，大多数的土地尽为荒地，“不该称为新土地，而是石头和野地，一个野兽之地，因为在整个北岛，我看不到一块好地”。在一个他称之为白沙的岛上，他“什么都没看到，除了这里一堆、那里一堆的苔藓和小荆棘，呈干枯状”。然而，有一组群岛，他们在那里停下来获取水和木材，那里非常肥沃，足以让植物生长，而卡蒂埃很高兴地描述了那里的富饶。“它们拥有我所见过的最好的土壤，因此，其田野中的一块比所有的新土地更有价值。我们发现那里充满了好树、草原和野豆四处开花的平原，它们茂密、排列整齐，而且美丽，好像被耕种过似的，一如我们在布列塔尼所见到的那样。那里还有许多醋栗、草莓、突厥蔷薇、荷兰芹，以及其他非常甜美可爱的香草。”可惜卡蒂埃没有植物学家随行，而后来的探险队就有了。他所谓的“野豆”可能是当地的任何一种豆科植物，从海滨山黧豆到美洲野豌豆都有可能，而且可以确定在布列塔尼看不到。而当地数十种蔷薇科植物中，不管他看到的是哪一种，都绝对不是突厥蔷薇。

新植物需要新名字，而且，以本国语言来命名的情况愈来愈多，人们不再用希腊文或拉丁文。描绘并描述植物的是草药专家以及另一种新人群——业余植物学家。例如德国植物学家杰罗姆·博克，他的书《新草木志》出版于一五三九年，记录了他在做田野调查时所观察到的植物，并且他以德文为之命名。他把他所描述并绘示的七百种植物，依特奥夫拉斯图斯的方法，分为草本、灌木和乔木三大类，而且描述它们的物理性状，诸如高度、叶子、根系类型及开花时间等，编排方式并非按字母或药性排列，而是以形态、花冠形状、颜色和种皮构造的相似性来排列。该书就好像早期的《彼得松德国植物指南》一样，博克因此书而被称为德国的植物学之父。

人们对珍奇植物的高度兴趣，后来引发了另一种新现象——公共植物园。长久以来，男修道院、女修道院、大学和皇宫都设有私人的“药用”花园，有的以围墙围住，有的甚至是食用或药用植物的大型农场，这些园子，或用来做教学展示，或为了观赏，或是在日益拥挤且

瘟疫横行的城市中，作为供筋疲力尽的特权阶级疗养身心的场所。新植物园以世界各地的植物为特色，兼具观赏功能和实用价值。佛罗伦萨著名的菩菩利花园建造于一五五〇年，当时科西莫·美第奇一世买下并扩建了皮蒂宫。这座花园由尼科洛·佩里科利设计，搜罗全世界最令人赏心悦目、最珍奇的植物，只供美第奇家族独享。在此之前，第一座公共植物园在路易吉·安圭拉拉的指示下，已经于一五四五年在帕多瓦开放了。一五六七年，乌利塞·阿尔德罗万迪建立了博洛尼亚植物园，在博洛尼亚大学讲授自然史时，他也是第一个把不具药用价值、单纯只因其存在的植物纳入课程中的教授。

当时，最具影响力的植物学家也许是意大利的普罗斯佩罗·阿尔皮尼，他生于一五五三年，因此和莎士比亚几乎是同时代的人。他在帕多瓦大学研读药学，对那里的植物园知之甚详，后来到埃及旅行，在开罗住了三年，然后回到威尼斯大学，成为一名讲师。他的《埃及植物志》出版于一五九二年，向好奇的读者介绍了许多异国植物，包括许多影响未来欧洲商业的植物，比如香蕉树和咖啡树。现在，种植在南美洲各处的咖啡树和香蕉树，最初是由欧洲商人从非洲带过去的。阿尔皮尼虽然不知道确切的机制，但他还是观察到树的授粉过程其实就是一种性过程，这次，他所观察的是海枣，因而证实了亚述人的信仰。四千年前，亚述人有复杂的仪式，由祭司为海枣进行异花授粉。数个世纪以来，园艺人员一直都在为植物做授粉和异花授粉的工作，而阿尔皮尼是第一个研究授粉如何发生的植物学家。他还描述了酸豆叶子的趋光运动，但他不知道这种运动追随着太阳的运动——他认为它们可能是在吸收空气。他对植物的兴趣既不神秘也不学术，他以一颗好奇心来看植物，也就是说，那是科学家的眼光，而非魔术师或草药医生的眼光。阿尔皮尼和莎士比亚都死于一六一六年。当另一位普罗斯佩罗，即莎士比亚最后一出戏《暴风雨》中的英雄，把他的咒语书丢在一旁时，魔法时代就此结束。

蕨类植物的世界

纤细的剑蕨叶子还在我们这棵树的基部生长，虽然蝾螈已经离去。蕨类具有许多相当原始的特性，它们的美是一种数学美，就像雪花或水晶之美一样。它们看起来就像是由计算机设计，用来说明混沌理论的植物一样。它们的基本结构和我们这棵树相同，但只有二维空间。树的枝条由主干以辐射状朝各个方向长出去，剑蕨的叶子却是两

两相对而扁平，宛如树影。和所有的蕨类植物一样，剑蕨是一种带有花边的优雅植物，每片叶子从其盘绕的维管组织升起，长到一米半，上面有三十厘米长的浅绿色指状叶，从茎轴像刀片似的散开，平均排列在两侧，向顶部逐渐变细，这是典型的形状。剑蕨的基部就在埋于土中的柄状根茎之上，上头覆满了脆脆的棕色鳞片。

蕨类植物几乎在地球各地都长得很茂盛。剑蕨只是生长在花旗松下的几十种蕨类植物中的一种，其他还有木贼类和石松类植物。蝾螈和蕨类植物的出现，是一个健康的生态系统的象征。穗乌毛蕨是乌毛蕨属中唯一出现在北美洲的，其他的都分布在热带，它和剑蕨长得很像，但比较矮小，而且它的叶子是连续的而非分离的，比较像割草机的刮刀而不是一排小刀，它长在沼泽地区，那里更是北美乔柏的家。剑蕨和穗乌毛蕨都是常绿植物，但欧洲羽节蕨的三叉叶在秋天会掉落，它喜欢酸性土壤，常常被发现于陡坡和石壁上。甘草蕨是附生植物，长在大叶槭布满苔藓的树干上。

蕨类植物看起来像原始的树，因为它们就是原始植物。当海洋植物海藻移到陆地上时，它们演化成苔藓植物，后来，争夺阳光的竞争愈演愈烈，于是它们从地面上升高，成为蕨类植物（这种植物有根、茎、叶，但没有花和种子）。其中，木贼类植物是最成功的，在我们这座森林里就有好几种：问荆、溪木贼、平滑木贼，以及各种各样的木贼类植物，木贼的英文scouringrush有“刷”的意思，因为它们看起来像瓶刷一样，而且实际上当它们被碾碎时，原住民就用它们来刷洗炊具。它们的茎含有二氧化硅和纤维素作为硬化剂。木贼类植物的叶子很像变形的芽鳞片。它们的茎中空而节节相连，就像竹子一样，而且和钉子一样坚硬，为了生长它们会推开水泥板，穿出柏油块。

包括木贼类和石松类等在内的蕨类植物掌控了植物界数百万年，这种状态在石炭纪时期到达高峰，它们的茎长得和树一样粗，庞大的叶子能把沼泽地遮住。然而，在石炭纪结束时，气候变得愈来愈干燥，蕨类植物全军覆没。来自石炭纪的大量的煤和石油，我们已经开采了两个世纪，它们全部都是由蕨类植物的化石变成的。现在，石松是小植物，但在十九世纪中叶，一块石炭纪的石松化石在英国本沙姆煤矿的矿层里被发现，它大得吓人，以至于矿场的人叫科学家过去检验。其在分枝处之前的主干长达十二米，基部直径长一米。以前没人见过这种东西，以后也很少有人见到。它被敲碎成煤出售，也许还充

当了火车头的燃料，载着这些科学家回到牛津。因而这一点也被提了出来。当一块煤燃烧时，其所释放的热能，来自蕨类植物在三亿年前所储存的太阳能。

蕨类植物为隐花植物（cryptogams，来自希腊文“隐藏”和“已婚”），它们以孢子繁殖，这是最先从细胞分裂改良而成的繁殖方式。孢子似乎是介于细胞分裂和公然性行为之间的过渡阶段。蕨类植物以世代交替的方式繁殖，这个现象最初是由德国植物学家威廉·霍夫迈斯特在一八五一年描述出来的。他对细胞分裂和花粉形成的兴趣也许来自他高度近视的毛病，他酷爱仔细检查所有的东西。他非常善于使用解剖显微镜，也是第一位观察到细胞核内染色体的植物学家，虽然他不知道那是什么。

成熟的蕨类植物散出成千上万的孢子。落在阴湿处的会立即开始生长，但不是长成可辨别的蕨类植物。它们会长成称为配子体的矮平植物，直径约数厘米，它们叶状器官背面长出来的并不是孢子，而是正常的植物性器官——雄性的藏精器和雌性的藏卵器——目前在针叶树上发现的更为典型。这些“隐藏”的性器官通过“结婚”产生种子，一旦受精成功，就可以长成蕨类植物。这种复杂而间接的繁殖方法，可能是在气候突然变化，不利于孢子生殖和种子传播这两种策略时，为了确保族群繁衍所发展出来的退路。

虽然气候条件在石炭纪之末产生剧烈变化，造成大量植物死亡，但蕨类植物家族几乎一直延续到现在，这也是我们现在还看得到这么多种蕨类植物的原因。全世界已知的、现存的蕨类植物有一万多种，其中至少包括一种活化石——问荆，虽然它比其庞大的祖先小，但是同类中分布最广泛的。有些现代蕨类植物并不小：美丽的热带桫椤经常可以长到三十米以上，而巨木贼可以长到十米。但大多数的蕨类植物都低于一米，恢复到它们的祖先在石炭纪时期以前的大小。真菌依旧只靠孢子繁殖；而裸子植物，像我们的树一样，都是蕨类植物的后代，它们走上了种子繁殖的道路。霍夫迈斯特证实，针叶树在演化上介于蕨类植物和开花植物之间。

裸子植物的意思是“裸体的种子”，来自希腊文gymno“裸体”（希腊运动员在体育场里裸体演出）和sperma“种子”（抹香鲸的英文sperm whale为“精子鲸”之意，因为其头部中白色的脂肪物质一度被认为是精液）。在裸子植物中，将要发育成种子的胚珠裸露地躺在球果鳞片

上，并没有像后来的开花植物，即被子植物（“包住的种子”）一样，被覆上一层心皮来保护。针叶树中产生种子的器官仍然称为孢子体，这一术语来自蕨类植物产生孢子的器官。而在木贼类和石松类植物中，它们的孢子就在孢子囊穗里，其拉丁文和球果是同一个意思。



裸子植物演化自蕨类植物，它们得到了形成层。它们还提高了茎部的强度，增加了作为硬化剂的纤维素和木质素的含量，并把中空的部分填满了死木材。它们为什么要这样做至今仍是个谜。它们适应性的改变可能是对石炭纪之后的干燥气候的反应。坚硬的外树皮和把水分更有效地从根部运到高耸树冠的方法，已经是相当出色的演化优势。而发展出复杂的根系以吸取日渐稀少的地下水，这种方式比单靠根茎更好。或者，这个策略只是从孢子繁殖转换成种子繁殖的直接结果：当种子球和花粉球变得更大更重时，就必须有更强壮的茎来支撑它们。例如苏铁（类似棕榈的热带树）就有巨大的生殖器官。然而，花旗松的种子只有数毫米，但某些苏铁的种子却有六厘米长，而携带这些种子的球果可重达四十五千克。即使是石炭纪像树一样的木贼类植物也无法用其柔弱中空而没有枝条的茎，撑起数百颗沉重的球果。心材才是解决方法。

然而，针叶树仍然保持着其祖先蕨类植物的纤细形状，它们的树干高而尖耸，却不粗壮。花旗松看起来也许非常庞大，但就比例而言，在这种高度上，它是全世界最细的树。英国邱园的旗杆是由一棵三百七十一岁的花旗松修剪而成的，它高八十二米，基部直径却只有八十二厘米。把那些尺寸等比例缩小，你就会得到一株桫椤。

森林中的性

花旗松的雌球会开放二十天来接收花粉粒，直到四月底左右。花粉粒一旦滑下雌球苞片的平滑表面，就会被胚珠顶端微小且具有黏性的纤毛缠住。然后花粉粒会在这片纤毛区域上舒服地待两个月，等着其附近的胚珠唇部胀大。胚珠渐渐把花粉粒包住，而花粉粒就像槌球般沉入软绵绵的枕头里。五月初，有个开口发育出来，而胚珠变成了漏斗口。黏毛收缩成一个秘密通道的入口，这个通道称为珠孔道，而花粉粒被吸引进来，开始向着胚珠的珠心前进，珠心即为胚珠中包着雌配子体的部分。花粉粒在行进时，会变成伸长的硬杆，其外壁由纤维素和果胶构成。这时，杆子里的花粉粒会长出两个配子，即雄性精子细胞，只有在这个时候，花粉管才会和珠心接触。花粉管的最前端碰到珠心时，会轻推，最后终于穿进珠心。

在松树中，花粉管靠胚珠里一种甜蜜而珍贵的液体漂向珠心，但花旗松并没有这种被称为传粉滴的液体，它的花粉是靠一种强壮的夹子，从柱头顶端移动到珠心的。然而，现在是沿海地区的五月，是雨季，可能会有一些雨水进入胚珠。当这种情形发生时，整个机制就变得和松树一样，水分让花粉粒轻松地沿着胚珠通道进入珠心，然后珠心排开水分子以接受发芽的花粉。数千年来，花旗松已经适应了发芽期间的下雨概率，不管是否产生润滑作用，授粉都可以顺利进行。

花粉管在穿入珠心的表面组织后会休息三周，然后再继续往胚珠藏卵器的颈部移动，进入藏卵器之后，继续向卵子接近。这时，花粉管所有的内含物（带有细胞核的细胞质、包着两个雄性配子的体细胞，以及柄细胞）合并成圆柱体，移动到花粉管的最前端。隔离精子细胞和细胞质的薄膜破裂，精子细胞被射出花粉管，和卵子结合。

一个雌球也许会收到一个以上的花粉粒，但多余的花粉粒会分解成种子所储存的养分。

一六三五年，位于法国巴黎圣维克托郊区的新植物园建成了，居伊·德·拉布罗斯被任命为它的第一任总管。在之前的十年里，他一直在为建立一个这样的植物园而奔走游说，他的构想主要是将其当成公共花园，除此之外还可以作为生产草药的实验室和新化学科学的教学机构。在担任总管的第一年里，拉布罗斯种了一千五百种植物，并给学生们教授这些植物的“外部”特性，即其形式和关系，还有它们的“内部”特性，即其药学性质。

拉布罗斯是当时最具前瞻性的科学家，他对植物的行为竟然如此类似动物而颇感惊讶。他说，二者皆有出生、成长和运动，而且都需要养分、睡眠（冬眠），甚至性。他是第一个认为植物的繁殖和动物一样，需要雌性和雄性进行交配的人。他甚至还异想天开，思考植物是否有灵魂。生命就是生命，他认为，不论其表现形式是植物还是动物，这二者的生与死，都不会受到其形成时所植入的种子的调控，而是受制于环境中的其他因素。他在新的实验室中，试着以装着无菌土的盆子养植物，给它们浇蒸馏水。当植物死亡时，他得出结论，植物从土壤中以盐的形式获得养分，从水中以“灵粮”的形式获得养分。他还尝试在真空条件下养植物，然后得到了类似的结果。空气，他称之为“精神”，是植物的必需品，一如动物也需要空气一样。植物没有肺，但昆虫也没有，而昆虫没有空气就活不了。在他所写的关于植物化学

的内容中，有一章几乎已经接近了对光合作用的理解。他写道，化学变化是两种物质的结合——植物的形态，他称之为“工匠”，火则是“通用的工具”，或是“伟大的艺术家”。

一六四〇年，当他的机构终于对大众开放时，里面种了一千八百种植物，其中的许多植物是拉布罗斯从东印度群岛和美洲引进来的。不幸的是，在过度的准备和期待之下，他在第二年就去世了。

然而，他的工作由一名德国医师鲁道夫·雅各布·卡梅拉留斯接续了下去。一六八八年，卡梅拉留斯二十三岁，是蒂宾根大学杰出的医学教授，也是市植物园的总管。一六九一年，他对植物的性别问题产生了兴趣，当时，在园中，他观察到一株雌桑树附近虽然没有雄树，却还是结了许多果实。他检查这些桑葚，发现里头只有发育不全或空粒的种子。他把这些无子桑葚比喻成鸡的未受精的“风蛋”，并得出结论，和母鸡一样，雌树需要雄树才能产生可发育的种子。然而，到目前为止，这项结论只是一个根据单一观察所做的未经验证的假设。卡梅拉留斯对植物科学的贡献是，他通过一系列的实验对这项假设进行了检验。

他把两株雌性一年生山靛盆栽放在室内，远离雄株，让其生长。和桑树一样，这些植物长得很好并结出了丰盛的果实，但当果实只长到半熟时，它就会枯萎、掉落，里头包含着未发育完全的种子。接着他从蓖麻雄花上摘除了花药开口下方的雄花序，之后该植物只结出了“空壳子，它们掉落在地上衰竭而干枯”。他用菠菜、玉米和大麻重复了这个实验，它们全都无法产生可发育的种子。“因此，”他在《论植物的性别》中写道，“我们有理由给这些端点（花药）一个更高贵的名称，以彰显其对雄性性器官的重要性，因为它们是藏匿和收集籽的容器，这种粉末状的籽是植物最微妙的部分，在之后由这些容器供应。同样明确的是，带花柱的子房代表了植物的雌性性器官。”

六月初，雌性卵子的细胞核胀大，移动到藏卵器中央，周围的细胞质变成浓稠的纤维状液体。细胞核就像是一座位于黏稠湖泊中央的小岛，是雄性配子的目标。当花粉管进入珠心时，它会把其全部的内含物倒进藏卵器中——细胞核、两个配子（只有一个能到达岛上）和柄细胞。两个配子中较大的一个，穿过细胞质，向湖中央的卵子细胞核前进；较小的配子很快就会放弃并分解，把其具有生产力的物质提供给新形成的种子。胜利的配子抵达细胞核，渐渐穿透细胞壁，让卵

子受精。到了六月的第二周，我们的树已经达到性成熟了。在七月到八月期间，细胞在发育中的胚里不断地复制，大约在这时，早期的清教徒移民正在照顾田地中的第一批庄稼，这块位于新英格兰森林中的地，在被发现时已经被清理干净了。到了九月，当气候适宜时，北美洲东西两岸的种子已经准备就绪。我们这棵树上的雌球张开苞片，把四万颗带着翅膀的种子，释放到温暖、干燥的秋日空气中。

第四章
成熟

三百年来，我们这棵树一直在九月的和风中散播种子。适逢丰年的时候，一如今年，它会产生大量种子。有些年的秋季则一粒种子也没有。

> 当芽苞长出新芽，
>
> 健壮的会分出枝条，遮盖四周的弱枝，
>
> 我相信这巨大『生命之树』的世世代代亦复如此，
>
> 地表堆满它的枯枝落叶，然后新枝不断冒出，
>
> 它以美丽的枝丫覆满大地。

查尔斯·达尔文《物种起源》

三百年来，我们这棵树一直在九月的和风中散播种子。适逢丰年的时候，一如今年，它会产生大量种子。有些年的秋季则一粒种子也没有。所有会结子的树都有繁殖周期——栎树以不规律结子闻名，但即使是家养的苹果树也是每两年才有一次结得比较好。花旗松的结子节奏有三个交叉周期：有两年周期与七年周期，理由至今不明；而二十二年周期，似乎是在反映太阳表面太阳黑子活动的高峰。当这三条曲线交会时，大约每十年一次，树会结出丰富的种子。如果我们这棵树是栎树，这一年就称为丰年。

栎树的丰年现象，通过一连串的复杂事件，和莱姆病的出现产生了联系。一九七五年，耶鲁大学的医学家们调查了一系列发生于康涅狄格州海边小镇莱姆镇的幼年型关节炎的病例，数量超过五十一个。艾伦·斯蒂尔和他的同事发现了名为游走性红斑的特殊牛眼疹和关节肿胀，这些都是莱姆病的症状。一九八二年，维利·布格德费尔在蜱的体

液中发现了一种螺旋体，称为伯氏疏螺旋体，此病被证实是由这种螺旋体所引起的。

白尾鹿一般以木本植物为食，但在丰年，它们会到栎树林里大啖栎实。它们在那里会引来鹿蜱成虫。雌蜱吸了四到五天的血，吸够了就从寄主身上落到树叶堆里过冬。到了春天，雌虫所产下的卵块中含有数百到数千颗卵。

丰年里的大量栎实还会引来白足鼠，它们在此处搜集、储存大量坚果。然后它们产下比平常更多的幼鼠，存活率也高于一般时期，结果，到了来年，“鼠口”爆炸，从而为刚孵化出来的蜱提供大量的摄食机会。白足鼠是螺旋体的储备者，当它们被幼蜱寄生时，细菌就会透过血液传到蜱，使蜱感染。蜱吸饱之后会落入林床中过冬，来年春天长成幼虫，准备散播螺旋体。如果有行人碰巧经过，蜱就会附在不知情的受害者身上。因此，丰年之后的两年，莱姆病就在人群中暴发了。

莉萨·柯伦和她的工作伙伴们在研究龙脑香科植物时，发现了另一个神奇的丰年现象，龙脑香科是印度尼西亚林冠树中的主要科。从一九八五年到一九九九年，科学家们将目光聚焦在婆罗洲巴隆山国家公园内一百四十七平方千米的土地上。他们发现整个森林生态系统有一种丰年现象，五十种以上的龙脑香树以大约三点七年的周期，于短暂而密集的期间同时繁殖，产生大量的果实和种子。丰年期间有六周时间，百分之九十三的树会掉落种子，研究人员发现，每公顷土地上的种子达一千三百千克。大量的动物被吸引过来，包括野猪、猩猩、长尾鹦鹉、原鸡、山鹑、数不尽的昆虫，甚至当地村民。科学家们发现，引发丰年的因素是厄尔尼诺南方涛动的到来，这是一种热带海洋环流模式中的周期性变动，于六到八月间为印度尼西亚带来干旱。丰年现象接在干旱之后。这是一个神奇的树群演化策略。

有些生物学家认为，丰年现象也是树木用来控制掠食者的策略的一部分。丰年之间夹着漫长的无果期，靠种子和坚果为生的动物就得受制于树木，被迫进入大餐与饥荒的循环。如果饥荒期够长，那么动物族群的数量就会锐减而树就安全了，至少安全一阵子。在中国，有些种类的竹子每一百年才结一次种子，然后死亡，导致吃竹子的大熊猫饿死。

以种子为食的松鼠和鸣禽

在花旗松林里，以种子为食的掠食者主要是道氏红松鼠，它们身长二十厘米，呈蓝灰色，腹部及眼圈为闪亮的浅黄色，耳朵是黑色的，尾部比身子短，活力十足。在夏季，道氏红松鼠就坐在高处的枝条上，摘下一个即将成熟的球果，并开始有系统地剥球果，从底部开始，一次剥一枚鳞片，吃掉球果基部的种子，空鳞片和最后被剥剩的芯则被丢到地上。现在到了秋季，松鼠赶在种子散开之前，疯狂地从树上摘下数千枚种子球。松鼠把球果从茎部摘下，丢到地上，然后匆匆赶下来把球果藏到倒木和树桩底下的洞里，球果在那里保持湿润，不会让种子散开。许多球果被松松地埋在林地表面，将来它们的一些种子会发芽。松鼠的速度和效率非常惊人。在加利福尼亚州，有人曾观察到一只松鼠在三十分钟之内摘下了五百三十七枚北美红杉的球果，它们用四天就可以将其贮存起来，作为过冬所需的食物。约翰·缪尔非常钦佩这种勤劳的小动物，他估计森林里所长的球果，由活力十足的道氏红松鼠经手的高达百分之五十。

道氏红松鼠和它们的近亲北美红松鼠一样，有强烈的地域性，每只守着约一公顷的成熟花旗松林。它用尖锐、嘈杂的叫声保护家园不受飞鼠、花栗鼠，尤其是其他道氏红松鼠的侵犯，包括其潜在的交配对象。在这片区域里，它们在较高的树干的分叉处筑夏巢，或称松鼠窝，有时则占用老鹰或渡鸦所遗弃的巢。到了秋天，它们会离开夏巢，在树干的洞里筑冬巢，这个洞是由低层枝条的掉落和雨水的渗入腐蚀所形成的（通常还有昆虫、啄木鸟和红羽轴扑动 的协助）。松鼠在洞里排上一列列的碎树皮和针叶，在底部填满种子以备不时之需。它们并不会进入深度冬眠，但一次会睡上好几天，醒来吃点存粮，然后再睡。

它们的繁殖期在春季，接在树木的繁殖期之后。在四月求偶交配的过程中，它们以花旗松与美国黑松的花粉为食。当五月中旬幼鼠出生时，它们的父母则以树木顶端的嫩芽和嫩枝为食。幼鼠被抚养了八周，到了七月中旬之后，就会被赶出出生的窝，独立生活。现在，这些还不到一岁大的小家伙必须自己去找过冬的食物，并改吃成熟的种子球，从而与已经建立了势力范围的成鼠竞争。一岁的成鼠不易寻求和保卫自己的地盘，这正是道氏红松鼠种群无法布满整个地球的原因。很多松鼠会找不到自己的地盘，也无法储存足够的粮食过冬，而在春天来临之前饿死，这个问题因花旗松老熟林被不断开发而变得更加严重。

九月的第一周，刚好是种子爆裂的时候，鸣禽开始到达它们秋季迁徙的地方。对某些鸟而言，例如白腹灯草鹀，这是它们迁徙到达的最南端。它们将会加入留鸟型的灯草鹀，这些留鸟整个夏季都在此地。今天，所有的灯草鹀都叫白腹灯草鹀，但西部森林里的灯草鹀有两种类型：它们以前分别被称为灰蓝灯草鹀和俄勒冈灯草鹀。灰蓝灯草鹀的上半身是坚实的灰色（暗灰色的冠羽、胸、翅和尾部），它有背心似的浅黄色羽毛，还有两组雪白的外尾羽，它们在空中刹车准备降落时，看起来就像幽暗灌木中闪烁的火花。俄勒冈灯草鹀有深色冠羽，但上半身其余部分全是红褐色，肩部有赭色斑，两侧为略淡的红褐色。灯草鹀的名字来自拉丁文Juncaceae，即灯芯草。这应该是因为以前有人认为灯草鹀以灯芯草的种子为食，但是其实它们并不吃。春天它们以蜘蛛和昆虫幼虫喂养雏鸟，但现在是秋季，成鸟在光照充足的草原及森林边缘搜寻食物，吃各种植物种子，但不包括灯芯草。它们进食时大都在地上，以并脚跳的方式移动，最有名的就是“连环双跳”：第一步向前跳，落下时双脚把带有种子的草秆压下，接着迅速往后跳，把掉落的种子啄起来。

灯草鹀及其他的过冬鸟类——松金翅雀、歌带鹀、金喉雀、红交嘴雀和紫朱雀，也大量地食用花旗松的种子。九月底，花旗松的种子覆满大地，宛如一只只透明的小鱼干。鸟吃这些种子，因为它们大而富含淀粉，值得花力气去打开。在非丰年里，以种子为食的鸟类能吃掉树种年产量的百分之六十五。

对某些候鸟而言，如雀类，当它们从北方森林往南迁移时，九月不过是补充碳水化合物时的短暂停留。有些雀鸟会大啖花旗松的种子，然后继续南飞，一路沿着太平洋海岸把种子随着排泄物排掉。其他雀鸟在饱食种子之后，又会轮到它们被美洲隼、红尾鵟和毛脚鵟吃掉，它们的嗉囊被撕开而种子四散，或是被这些隼类吞下，存在隼类自己的粪便中。北方老熟林的种子就以这种方式传播，并改变南纬地区森林的组成。千百年来，这种鸟类迁徙和其所带来的树木，已经改善了气候及南部地区的侵蚀形态，因为森林蒸发水分会影响水文循环，而风吹过森林的效果也和吹过光秃秃的土壤不一样。

树木反击

树尽管是各种掠食者的目标，却还是活得相当旺盛。掠食者有：觊觎种子和花旗松嫩芽的鸟类、松鼠和黑尾鹿；决心要侵入细胞核的

真菌；被芽和针叶吸引的昆虫；以及寻找各种方法进入细胞壁的各种细菌和病毒。植物不能拍打或躲避害虫，而是靠化学武器的兵工厂来抵挡病原体的侵袭。一株健康的植物就是一座高效的生化厂，持续生产各种化合物，有些可以促进生长，有些则是所谓的次级化合物，常常被用来抵抗入侵的敌人。几个世纪以来，从古代的草药到现代的药制品，人类已将植物用于药用和消遣性服用，这些用途中的大部分缘于这些次级产品。它们主要分为三类：萜类、酚类和生物碱。

有些萜可以帮助树木生长，例如带有萜烯基的赤霉酸，但大多数是用于防御。树脂包含单萜和二萜，它在树的茎部和枝条中上上下下地流动，甚至通过树纹里的特殊导管，进入针叶和球果。当昆虫幼虫钻进树里时，它很可能会穿破这些导管中的一根。一旦发生这种状况，树脂就会流入昆虫的进食室。树脂好像没什么驱虫效果，但它含有萜可以进一步抑制昆虫的食欲。接着树脂硬化，把伤口封起来以免真菌孢子跑进来。一株受到严重侵袭的树，其树皮上可能有数百处树脂伤口。有些萜具有毒性。例如马利筋属植物含有的萜对鸟类就有毒性，这也是帝王蝶幼虫喜欢吃马利筋属植物的原因。被摄入的分子会发挥作用，减少鸟类对昆虫的捕食。印度楝树油中的活性杀虫化合物是印度楝树的一种药用提取物，也是一种三萜类化合物。

酚类带有苯基，通常具有挥发性——可以在空气中传得很远。有些酚称为类黄酮，植物花朵用来吸引授粉昆虫的香味和颜色，就是由其负责。其他的一些酚为植物相克作用的元素，就是在同一个生态系统中，某株植物防止其他植物生长的能力，例如黑胡桃树的根部会分泌一种化合物，防止其他植物在其树冠正下方生长。某些沙漠植物会释放出一种酚——水杨酸，可以做成阿司匹林——阻碍附近植物的根部吸收水分。

然而，有些时候这种影响是正面的，因为酚的排放会警告附近同种植物有食叶昆虫来袭。一九七九年有一项实验，将三组盆栽柳树置于封闭房间内，其中两组在同一室，另一组则被置于另一房间。第一间里，半数的树被放上了食叶毛虫。两周后，受侵袭植物的免疫系统启动，以驱逐毛虫的入侵，而同一房间里未受侵袭的植株也启动了免疫系统；然而另一独立房间里的树却不受影响。第一间房子里受侵袭的树以某种方式警告其他树——而且不是透过菌根沟通，因为树种在

盆子里。受侵袭植株排放出某种挥发性化合物，它触发了附近植株的主开关。

当植物受到草食性昆虫的攻击时，它还会释放出酚类化合物以吸引其他以入侵昆虫为食的昆虫。例如，关于黄花烟草的实验显示，当其叶子被天蛾毛虫所吃时，该植物会释放出有气味的化合物以吸引淡色大眼长蝽，这是一种以天蛾卵为食的卵生昆虫。显然，毛虫唾液里的化学物质触发了求救讯号的发出。在银杏树、玉米树和棉树中都有类似的现象。荷兰植物生物学家马塞尔·迪克研究过棉豆排放的化学物质，根据他的研究，“即使不是所有的植物物种，那也是大多数植物，它们都具有和它们的保镖交谈的特性”。植物会号召大量的螨和寄生黄蜂来帮忙，而这些掠食性昆虫已经演化出了监测空气中这些化学信号的能力。

单宁酸为类黄酮聚合物，保护树的组织不受微生物的侵蚀——其发挥的作用与被用来鞣皮革时的作用相同。栎树、栗树和针叶树的单宁酸还能破坏草食性动物的肠子，以防止它们进食。单宁酸会破坏肠子的上皮细胞层，造成动物无法消化所吃的食物。结果，有些草食性动物，如鹿，必须吃大量的叶子才能得到足够的养分以维持重量。动物吃植物以获取氮，植物利用这一点，让它们不同部位的叶子含有不同数量的氮，因此，草食性动物，包括昆虫，必须从树的某一部位移动到另一部位，或是从某棵树移动到其他的树，或是更好的情况，从某一种树移动到另一种树以取得足够的氮。

即使如此，植物还是尽量让它们所含的氮保持在最低量。树的含氮量是所有植物中最低的——低到木质部只有百分之零点零零零三，叶子最高可达百分之五，芽苞和嫩茎则为百分之八。大多数昆虫必须将体内的氮含量维持在百分之九到百分之十五之间才能繁殖。植物还在它们的氮中混入酚类毒素，如单宁酸和生物碱，使其叶子和种子变得不可口。草食性动物的季节性迁徙，包括鹿、野牛和昆虫，其部分的原因是它们必须一直追求富含氮的草场，因此，我们或许可以说，这乃是受植物所控制。

植物所产生的第三种次级化合物生物碱，可以像光通过玻璃一样，穿透细胞膜。它们直接进入中枢神经系统，在脑中引发反应。例如咖啡因就酷似肾上腺素，这是我们产生清醒错觉的原因。咖啡成瘾者是永远失意的肾上腺素上瘾者。烟草中的一种生物碱尼古丁，进入

脑部的速度是咖啡因的十倍，因此更容易上瘾。吗啡则是鸦片中主要的生物碱，也非常容易上瘾。

并非所有生物碱都对人有害。预防疟疾不可或缺的奎宁，就是一种金鸡纳树树皮中的生物碱。提炼自颠茄根部的阿托品，可作为一种呼吸兴奋剂或止痉挛的药。但大部分生物碱被摄取足量时皆有毒性。马钱子碱是东南亚植物马钱子中的生物碱，十九世纪时，其稀释溶液可治疗酒精中毒，但只要稍微浓一些，就会导致极度痛苦的死亡。尼古丁用于治疗疥疮，剂量强一些可治疗癫痫（也就是当时所称的脑病），剂量过强则会造成意识丧失甚至死亡。从东印度的迦素巴素树（一种格木属植物）中所提炼的诺喔赛定，牙医用它来取代砷当止痛剂，毫无疑问，许多病人得以减轻疼痛，但以每千克体重一微毫克的剂量给狗进行皮下注射，就会使其毙命。过去人们试图寻找与吗啡相比不那么容易上瘾的鸦片衍生物，结果事与愿违，反而产生了实际上瘾度为吗啡的二十倍的化合物：海洛因。

我们这座森林里的一些植物含有致命的生物碱。它们大都属于美丽的百合科。例如剧毒棋盘花，它有精致的黄花，和长在一旁的蓝克美莲非常像，真正的蓝克美莲的根可以食用。当食物短缺时，当地原住民会到森林里的“蓝克美莲大草原”非常小心地分辨这两种植物。加州藜芦也长在这个区域，通常位于颤杨树底下。母羊怀孕十四天时吃了这种植物，会产出独眼畸形胎——生下来的小羊前额中间有一只眼睛。当地原住民把其根部煮成汤汁，连续三周每天服用三次，可以导致不孕。虽然当地原住民以绿藜芦经过初霜的叶子泡水来降血压，但其幼苗却带有剧毒。这种植物被晒干磨成粉，可作为园用杀虫剂出售，名为藜芦粉。迪奥斯科里季斯知道白藜芦，他说将其根部晒干磨成粉混以蜂蜜可杀老鼠。

种子与性

既然每年所生产的种子有百分之六十五为鸟类所食，而剩下的大部分又被道氏红松鼠、老鼠、田鼠和花栗鼠处理掉，于是只有不到百分之零点一的花旗松种子在掉落后能长成新树，也就不足为奇了。面对如此大的折损率，大量产生种子是一种补救方式。和某些开花植物比起来，花旗松的种子产量微不足道——例如某些兰花，一个果荚就包含高达四百万颗种子，其成功率则远低于花旗松。中世纪哲学家，如圣托马斯·阿基纳（为大阿尔伯图斯的学生，后来两人在科隆及巴黎

成为同事），试图把亚里士多德学派的主张移植到基督教教义中，融合理性和信仰，把这种大量产生种子的现象视为造物者的伟大设计。大自然是“上帝所撰写的书”，种子的过度生产则是大自然丰盛的一部分，必须产生足够多的种子以喂养所有动物，包括人类，还要剩下足够多的种子以延续物种命脉。于是，过度生产既是天命之迹象，也是自然因素的结果。

《圣经》中的比喻，“凡有血气的，尽都如草”实际上一点也不夸张。几乎每一样我们所吃的东西，不是植物本身，就是以植物为生的动物。人类很少吃肉食动物。我们日常饮食中的肉食动物，除了吃昆虫的鸟类之外，就是鱼类，许多都是养殖的——最有名的就是鲑鱼。养殖肉食动物的效率非常低，每一千克的鲑鱼肉，要用三到五千克的完全可食的鱼肉团去喂养。这就好像拿绵羊和山羊去喂狮子一样，然后再吃狮子。

现在我们知道，可耕种土壤层是支撑人类文化命运的一线希望。如果把地球缩成篮球的大小，那么地表土壤就只有一个原子的厚度。然而我们却很严重地滥用了这脆弱的土壤层，在农业上使用化学药剂，并在上面倾倒有毒废弃物。如果“凡有血气的，尽都如草”，那么善待草木就符合我们自己的利益。

早期的神学家想办法调和神学和他们所学到的科学，因此，以“神圣之命”确保植物产生足够多的种子，以喂养神所创造的万物，并使万物继续生存下去，这是很合理的。在十七世纪的英国，这种观点的主要拥护者就是约翰·雷伊，人称英国自然史之父。雷伊是天主教神父，后来教授希腊文和数学，并对植物学产生了兴趣，写了关于树中汁液的流动、发芽、物种的数量以及它们之间的区别的论文。在最后两篇论文里，他和当时的许多植物学家一样，在研究一套分类系统，寻求一种可靠而一致的方法，根据植物的种子、果实和根部的特征，把植物界组织起来。在植物学和动物学的领域中，似乎每天都有新信息出现，由此引发的混乱状况需要一套通用法则来恢复秩序。

雷伊想到了植物的性，对一个英国清教徒而言，性是可耻的想法，因此他并未认真探究，但这个想法后来在欧洲竟大为流行。上一代人，英国植物学家尼赫迈亚·格鲁曾提出花药就是植物的雄性性器官，而雷伊倾向于认同这个想法——也许，如果他不是清教徒的话，还会去思考雌性的部分。以这种方式把动物和植物统一起来，也许更

容易找出分类的通用系统。但几乎要到半个世纪之后，才有人公开发表了这种想法，先是意大利人卡梅拉留斯，接着是法国人塞巴斯蒂安·瓦扬。

瓦扬负责巴黎皇家花园（后来的巴黎植物园）的品种搜集工作。一七一四年，他负责监造法国的第一座温室，并最终成了花园的教授。他所开的第一门讲座是关于植物之性的存在，此乃拉布罗斯的观点的延伸，也是卡梅拉留斯的观点在法国的首次发表。瓦扬于一七一七年开讲，受到热烈欢迎，虽然他的讲座排在早上六点，但座无虚席。当年被他用来做演示的那棵开心果树，至今仍被种于自然历史博物馆的高山花园里。瓦扬于一七二二年去世，之后他的演讲内容被结集成书获得出版，继续引起回响。这本书最深远的影响，或许是它被瑞典乌普萨拉大学的一名贫穷的年轻学生，迫不及待地读到了，他就是林奈。

虽然植物具有性身份并非新想法，但瓦扬的贡献及激起林奈兴趣的是，植物的性器官在不同物种间非常一致，可以作为分类系统的基础。当时其他的分类系统依赖植物花朵的形态、颜色或大小等模糊而主观的判断。林奈所提出的是直接对生殖器官做数学计算——斯蒂芬·杰伊·古尔德所谓的“枯燥的数字分析”。

当时，分类学领域和拜占庭皇帝的血统一样复杂——正在使用的自然界的分类法竟有三百多种。林奈在研读了瓦扬的论文之后，所建立的基本方法极为简单。特奥夫拉斯图斯已经以“属”和“种”来辨识标本了，林奈只是在其上加了两个类别——“纲”和“目”，并设计了一套简易方法，把每种生物放入适当的栏目中。一株植物归哪一纲，由其雄蕊（雄性器官，一根花丝带着一个花药）的数量和排列方式决定；归哪一目则由心皮（雌性器官）的数量和排列方式决定。他的系统之于植物，就如同杜威十进制分类系统之于书本：计有二十四纲、数十目、数百属和数千种。整个世界就像一个大图书馆，每一个物种在正确的楼层（纲）、正确的区（目）、正确的书架（属）上有其特定的位置——而且不只是对已知的每一个物种而已，对每一个进入图书馆的新物种也同样重要。任何一个带着放大镜，能够从一数到二十的人，都可以像在实验室里一样，轻易地在田间判别每一种植物的纲和目。（具有一枚雄蕊的植物是单雄蕊纲，即“一个男人”之意；如果有两枚，就是双雄蕊纲；到二十枚为止的为二十雄蕊纲；超过二十枚的都称为

多雄蕊纲。）自林奈之后，为新植物进行分类的工作实际上已成了例行公事。

林奈所创建的分类系统，至今仍在被使用，是目前主要的分类形式，虽然后人又添加了几个分类层级。地球上的所有生物都被归入三大领域：细菌、古菌和真核生物。真核生物是人类的祖先，它们可能在二十亿年前从细菌中分离了出来。于是，人类的分类如下：真核域、动物界、脊索动物门、哺乳纲、灵长目、人科、人属、智人。花旗松的分类是：真核域、植物界、松柏植物门、松杉纲、松杉目、松科、黄杉属、花旗松。

对某些人而言，这些全都没有给生物一个真正的定义。事实上，林奈分类法的简单正是某些人反对它的原因。这就好像林奈把植物学的趣味给剥夺了一样（如同说杜威把浏览书籍的愉悦给剥夺了一样）。别管果实的丰硕之美、山溪上弯曲有致的枝丫、雨后闪闪发亮的草原，配上花朵缤纷的绚丽景象；而是检查它有几枚雄蕊，几枚心皮。林奈自己在写作时，努力地软化着这些冰冷的数字解析。一七二九年，他描述了一株带有一枚雄蕊和一枚雌蕊的植物，这就好像新郎、新娘的洞房花烛夜一样："此花之瓣……宛如新人之喜床，在造物者的壮丽安排下，饰以高贵的床帘及温馨的香味，新郎和新娘举行隆重的婚礼。"但这没用。林奈的分类系统非常枯燥，意外的闪光点全被滤除，也许，他不得不如此。"该系统的巧思和用处不容置疑。"达尔文在《物种起源》中唯一提及林奈之处如此写道。这位瑞典自然学家认为他的系统把上帝的天机解开了。"但除非该系统明确点出时间或空间中的顺序，或此二者皆有，或造物者计划的其他意图，"达尔文写道，"否则，在我看来，它并没有增长我们的知识。"

林奈的花园位于其乌普萨拉故居的后方，现为被妥善保存的圣地，作家约翰·福尔斯于参观之后，附和了达尔文的评论。福尔斯知道，他所站的地方，正是大爆炸的发源地，"它在人脑里造成的辐射和突变无法估量，而且绵延不绝"——在林奈这一小块土壤上"所落下的一粒知识种子，如今已长成大树，把整个地球给遮住了"。但福尔斯坦承，他是"林奈的异教徒"。他对林奈所探寻的很难实现的植物个体化极为反感，它把自然现象化约成了特定秩序里的特定类别。他视其为迈向人类中心主义的第一步，我们所定义的大自然，只是我们所在之地，或我们附近的环境。林奈的系统，他说道，要求我们放弃"见识、

理解和体验的某种可能性”，以换取分类和标示，就好像透过照相机的取景器来看大自然一样。“而这就是，”他写道，“乌普萨拉知识之树所长出来的苦果。”

近年来，科学界具有了提取并比较DNA的能力，这为林奈观点的精确性，提供了新的认识，虽然对其观点之美没有什么帮助。DNA分析远比数一数心皮和雄蕊来得复杂，它是一种有力的工具，可以确认两个看似毫不相干的物种之间的关系程度。DNA力量的关键在于四种分子结构的排列，这些分子结构称为碱基，简单地以其英文首字母表示：A代表腺嘌呤（adenine）、T代表胸腺嘧啶（thymine）、G代表鸟嘌呤（guanine）、C代表胞嘧啶（cytosine）。这四种碱基以线性方式沿着分子链排列，两条DNA以碱基配对的方式相互螺旋扭绞在一起：一条DNA上的A总是和另一条的T配在一起，而G总是和C配对。一条DNA上的碱基序列，以连续的三个字母所拼成的单词，构成一条讯息或是一个句子（基因学家把一个物种的整套DNA组合称为它的“书”）。

碱基的配对倾向是一种有用的特性。如果DNA分子溶液受热直到碱基间的键结断裂，那么成对的DNA链就会相互分离而自由流动。在缓缓冷却的过程中，这些碱基显然会相互碰撞，再度形成配对。因为配对的序列非常特殊，所以双链分子又被重新建立起来。如果一个物种的DNA和另一个物种的混在一起，它们的溶液被加热后再缓缓冷却，某一物种的一条DNA链也许会发现另一物种的DNA序列与自己类似，从而这两条链可能会结合，形成混种。这种混种可以测量，各物种形成混种的比例也可以确定。如果两个物种的DNA在所形成的混种中占比很高，那么我们就会知道这两个物种的原始种关系密切，因为它们必然有非常多类似的序列。在非常多的案例中，由DNA分析所确定的物种间的亲缘关系与林奈的观察或预测相当吻合。

翅与风

各物种在各自的利基解决各自的问题，否则就会灭亡，而解决方法之巧妙各有不同，一如物种和利基的数量是变化多端的一样。一个物种解决了一个问题之后，当类似的问题发生时，它未必会寻求同样的解法。似乎，一种明智的植物，例如，在妥善解决花粉传播问题之后，也许会采用相同的策略来传播种子。但这种情况几乎从未发生。

花粉和种子的传播目的非常不同。树也许会发现，把花粉传得愈远、愈广，使其个体基因物质的散播概率最大化，这非常有利。但让一个苹果落在离母株非常远的地方，却未必是个好主意。授粉者为远方的树授粉之后，也许应该管好自己的事就行了，让树自己去照顾自己的种子。虽然在菌根床上，种苗难以生长，但生长在亲代附近对子代有利，因为它们的根会钻入与亲代完全一样的菌根床中。这不仅可以确保幼株找到合适的真菌，利用既有的地下网络分享养分，还可以使它们扩展该网络，从而让亲代和子代双双受惠。虽然在菌根群落里，大树好像具有更大的吸引力，以牺牲小树为代价，让自己更加茂盛，但事实上，就比例而言，大树对系统所贡献的碳水化合物比小树还多。母树事实上会照顾小树，就像熊或黄莺一样。而且，不进行自花授粉的植物，当被附近许多同种树包围时，显然活得更好。

虽然花旗松传播花粉和种子都要靠风，但要确保花粉被吹得愈远愈好，而让种子待在附近。花旗松的种子具有单翅，能在秋天御风而行，这在针叶树里颇常见，但不是所有针叶树都如此，因为花旗松的种子颇重，所以鲜少有种子能飞很远。有的针叶树根本不让种子四处漂泊。例如美国黑松把种子包在球果里长达七十五年，如果没有火来释放种子，球果就会从树上落下，种子还是待在里头，只有在球果分解之后，种子才会被释放出来。瘤果松的占有欲更强，它一直抓着种子，连树皮都长出来包住球果，一直要到母树死后倒在地上，种子才会被释放出来，而母树在腐烂的过程中，正好充当自己子女的堆肥。

其他的有翅种子和果实飞得更远。榆树和梣树的果实带有一对翅膀。结果，它们以回旋的方式慢慢降落，飞得比坚果还远。在北美洲东部的针叶林里，刚松并不是在秋季一次释放出全部的有翅种子，而是断断续续地释放，一直到冬季。种子落在冰雪上，继续被风和春季的径流带走。梭罗观察到了一粒刚松种子，它“就这样横渡我们的池塘，池塘宽半英里，我想，在某种情况下，它没有理由不能随风吹个几英里远”。例如，沿着结冰的河流，或跨越一片片草原。最大的有翅种子就是巴西斑马木的种子，其翅膀展开达十七厘米，种子以漂亮的角度盘旋，优雅地降落，就像滑翔机在无风的环境中飞行一样。

并非所有靠风传播的种子都有翅膀。有些具有降落伞——例如蒲公英的种子或南非银树的种子。有些则具有气囊，比如鱼鳔槐的种子，它们的种荚鼓起来，一旦脱离植株，就能在空中飘得很远。小型

南极洲植物羽状槲寄生的雄蕊，把花药传到胚珠之后，就把自己重新排成羽毛状，连在种子上，就像帆一样。我们觉得风滚草不是种子传播的单位，但它们正是。当种子干燥后准备发芽时，风滚草会从自己的根部脱离，卷成球形，让风吹着到处跑，跨越平原，每次碰触地面时，就会散播种子。葫芦的种子似乎是为水运方式而设计的，但有些长在沙漠地区的葫芦的种荚却靠风传送。它们干燥后和空气一样轻盈，在沙漠中四处滚动，直到在一处湿润的地方落脚，希望是绿洲，当阳光将它们晒暖之后，它们就会爆开，把小小的黑种子散到风中。

靠水传播也一样很普遍，尤其在南纬地区，那里的地球表面大都为水，而且位于热带，水温暖、平静且富含养分。靠水运送的种子必须具备漂浮和防水的能力。有些种子还带有气囊以使自己漂浮，如鸢尾。有些种子的表面有一层软木，有些则有一层蜡，有的则是油。椰子是名副其实的小圆舟，可以漂流数年之久。落入海中的种子还必须耐盐。

达尔文在他肯特郡郊区的房子后方，开垦了几英亩的花园，他对种子传播的问题很感兴趣，并做了详尽的实验以了解其运作方式。在温室中，他设置了一个装满盐水的水槽，里面放了各种怪异的组合：裸露的种子、带荚的种子、死鸟嗉囊中的种子、未成熟的种子、熟种子、附在枝条上的种子和包在土壤里的种子。他试图证明，种子有能力从大陆漂到海岛上，或是从一个岛漂到另一个岛，而且还活着。许多植物学家怀疑种子有这种能力，因而提出了各种精巧的运送方法来解释，比如说，为什么欧陆的原生植物在亚速尔群岛也可以看到。陆桥是最常见的解释；有些人则郑重其事地提出，失落的大陆亚特兰蒂斯才是答案。达尔文决定要弄清楚是否“我们无权认为，在现有物种存在期间发生了如此巨大的地理变化”。他认为我们确实没有权利这样认为。

他在《物种起源》中报告了他的实验结果。“出乎意料，”他写道，“（在盐水槽里）浸了二十八天之后，我发现在八十七个样本中有六十四个发芽了，而且有不少样本在浸了一百三十七天之后还活着。”干榛子浸了九十天还活着；干芦笋植株泡了八十五天，种子依然正常发芽。他得出结论，任何一个国家，都有百分之十四的种子，“也许可以在洋流中漂浮二十八天，而且还有发芽能力”。经他计算，这些种子能在海中漂流一千五百千米，而且到达后还可以长大成树。再加

上许多由鸟嗉囊、鸟粪运送的种子，藏在附着于漂浮的树干上的土壤中的种子，以及被海洋动物吃进肚子里的种子——例如，加拉帕戈斯西红柿的种子只有在巨型龟的肠子里待过两三周才会发芽——可以看出植物把自己散布到远方，甚至跨越宽广海洋的能力，并不需要靠失落的大陆来解释。

达尔文对种子的过度生产与散播现象很感兴趣，因为这与他的自然选择进化论的假说相符。就某种意义而言，它们解释了一种产生新物种的方法。因为在原产地，只有一小部分的种子可以存活，于是植物产生的种子比所需的种子更多。即使是在一般年度，花旗松也有高达百分之六十的种子发育不良；而在荒年里，不良率提高到百分之八十二。剩下的大都落在不利生长的地点、被火烧毁，或是被昆虫、小鸟或其他动物吃掉。然而，有些存活下来的种子，在基因层次上有些微的变异，这使它们不再适合在原生地生存，而可能更适合在远方的环境，或是在不同气候下的环境里生存。当这些带有新基因组合的种子被风、鸟、兽、冰山、冰川的移动或其他方式带到远方时，它们可能会发现新环境更适合它们的遗传特性。起初，它们和亲代还是属于同一物种，但一段时间之后，当它们适应了新环境，它们和亲代就变成了近亲物种，它们通过亲缘关系清楚地揭示了自己和亲代物种的联系（例如，DNA链具有类似序列），但在隔离之下，它们最后异化成不同的物种，和原种交配，不再能产生具有繁殖能力的混种。

老熟林群落

我们这棵树二百五十多岁了，如今已成了老熟林的一部分。花旗松老熟林和新生林有许多不同之处。老熟林由同龄树和枯立木（矗立的死树干，没有树皮或枝条，通常中空）所构成。虽然该森林被数百岁的花旗松主宰，但林下叶层却有其他的树种等着篡位，因而使得林地经年保持阴湿。在少数几处巨木倒下所留下的开阔空间里，下层的阔叶树和灌木（藤槭、美莓和越橘）就赶紧利用这难得的阳光。在蕨类植物所覆盖的林地中，躺着杂乱的落枝和大树干，它们处在不同的腐烂阶段。飞鼠住在枯立木中，其排泄物堆满了中空部分。鸟类王国也变了。当一片森林在五十到一百岁时，它可以支撑在低树枝结巢的鸟类，如斯温氏夜鸫、黄眉林莺和黑头威森莺，而二百五十岁的森林就成了在树洞或松垮的树皮底下结巢的北美蚊霸鹟、褐色爬刺莺、北

方山雀和各种鸫科鸟类的家。这些鸟都以昆虫为食，因此，在决定何种昆虫得以繁衍、何种昆虫会受到抑制时，它们扮演着重要角色。

我们这棵树所在的地区，有一百四十种食叶昆虫，它们一般专吃针叶树的叶子，其中有五十一种专吃花旗松，包括黄杉大小蠹、黄杉毒蛾、冷杉锯角叶蜂、褐线尺蠖、绿斑林尺蠖、伪铁杉尺蠖及西部黑头长翅卷蛾。西部云杉卷蛾在此地尚未构成虫害——直到一九〇九年首次爆发，才被记录了下来。在所有树中，食叶昆虫既吃叶子也吃嫩芽，而嫩芽原本可以长成针叶、新枝和球果。在十月，花旗松上的伪铁杉尺蠖会将卵产在部分针叶的叶背上。当幼虫于五月下旬出现后，它们立刻开始大吃针叶，一直吃到八月中旬化为蛹为止。九月，成虫出现，交配并产卵，周而复始。一旦被伪铁杉尺蠖侵入，如果不加以控制，那么只消几年它们就可以让一棵像花旗松成株一样大的树死亡。幸好，对树而言，有许多鸟类会吃这些昆虫的幼虫，包括松雀、北美蚊霸鹟、黄腹比蓝雀、松金翅雀、雪松太平鸟，以及各种莺、鸫和麻雀。

树也会从其他的外部资源得到帮助，而有些外部资源令人意外。例如，木蚁一般被认为会破坏树，但它们所破坏的大部分是已经倒下且开始腐烂的木材。事实上，有些物种还会帮树吃掉食叶昆虫的卵、幼虫和蛹。这相当合理，因为一年当中，蚂蚁大多数时候要依靠健康的树。虽然木蚁在倒于林地上的腐烂树干的软木上，建立了庞大的群落，但它们要花很多时间在树冠上搜寻食物。除了吃昆虫之外，它们还要管理蚜虫养殖场。许多木蚁的食物包括“甘蜜”——蚜虫肛门所分泌的过量的糖分和排泄物。木蚁于秋季收集蚜虫卵，在冬季把它们储存在群落中。到了春天，它们再把蚜虫卵搬到树上使其孵化，然后整个夏天管理并榨取它们。它们甚至还保护被豢养的蚜虫，使其不受掠食者攻击。中南美洲有一种被称为畸腿弓背蚁的木蚁，它与植物发展出了更进一步的共生关系，它会在雨林的树冠层建立“蚂蚁花园”。这是用植物碎屑做成的紧密、中空的球状体，里头填了土壤，卡进树干分叉处。在这种巢里，蚂蚁放了它们爱吃的植物种子——凤梨科植物、无花果、胡椒属植物，这些植物就在花园里发芽、生长。在它们所照料的植物中，有些除了在花园之外，在别处看不到，这表示蚂蚁必然把这些植物的所有种子都收集了起来，然后年年重新播种。

花旗松林里的木蚁为莫多克弓背蚁，是一个庞大而复杂的生态网络的中心，联结植物、其他昆虫、鸟类和哺乳动物。它们是森林里主要的土壤制造者，取代了蚯蚓，把大量的土壤移到地表，把木材纤维和掉落的针叶分解为腐殖质，再和矿物质土壤混合，使其通气并改善排水。它们参与许多植物的种子散播工作。它们吃叶蜂和毒蛾幼虫——据一九九〇年的一项研究估计，它们让华盛顿州和俄勒冈州森林中的叶蜂蛹减少了百分之八十五。林地上的每一块腐木几乎都有木蚁窝，有些窝里的工蚁多达一万只。因此，木蚁在森林总生物量中占了相当大的比重。难怪哈佛大学的蚂蚁专家威尔逊说，虽然人类灭亡会造成少数在我们腋下、腹股沟或体内生活的生物消失，其他生物则会大量繁衍，但如果所有的蚂蚁都消失了，这就会导致整个生态崩溃。蚂蚁是黄羽轴扑动 的主要食物，而且是灰熊六月中旬到七月底的营养来源。

由于熊是杂食性动物，从臭菘、荨麻到大角羊，它们什么都吃，它们的栖息地非常广，北美洲从南到北，从西到东，都曾经是它们的漫游范围。一只灰熊需要很大的区域作为它的家，但人类正越来越多地侵入它的栖息地。今天，大多数灰熊都在山区活动，但以前平原上也有大量的灰熊，东到北美洲东岸，南到得克萨斯和墨西哥，它们到处以野牛为食。魁北克和拉布拉多北部都曾发现过灰熊的头骨。

灰熊的祖先曾经确实跨越了白令陆桥，它们是在上一次冰河时期的高峰之前，跟着迁徙的驯鹿和野牛群通过的。在阿拉斯加沿海的威尔士亲王岛上的一个洞穴里，曾经发现了三万五千年前的灰熊骨。沿着整个太平洋海岸，沿海原住民和欧洲人都以熊的故事来向自己解释或吓唬自己：白熊、黑熊、蓝熊、棕熊、灰熊。熊大到当它们爬上山时，拨下来的泥土会造成河流改道。熊变成人、熊变成岛屿。从北方来的熊以后脚走路，留下了像神秘人一样的脚印。脚印中的脚掌和脚趾一样长。一八一一年，戴维·汤普森划着独木舟从阿萨巴斯卡河顺流而下，他看到熊的脚印，认为那一定是长毛象的脚印。他的原住民向导所称的“萨斯科奇”，其实是山区野人的意思，被他翻译成“长毛象”。

当花旗松种子静静地落于林地时，在我们这棵树的基部附近，一只过去三天来一直在磨腐木找木蚁吃的母灰熊，突然往上跑，到山上的草地那儿大啖蓝莓。大型动物很少长期居住在老熟林里，林地上杂物太多，很难活动，而且又阴又湿，也不适合草食性动物在此觅食。

黑尾鹿和美洲赤鹿喜欢高处的草地，因此，灰熊也跟着喜欢。然而在夏季期间，大熊主要以植物为食，深入凉爽的森林中，找寻溪边的蕨类植物和毛茸茸的北美独活来吃。但它们因为没有像鹿和美洲赤鹿等反刍动物一样的消化道，无法反复消化食物，所以一天要吃四十五千克的植物才能保持健康。对小母熊而言，那几乎是它体重的三分之一。这就是为什么它会改吃蚂蚁，或是机会出现时，就吃老鼠、田鼠和道氏红松鼠以补充蛋白质。

当鲑鱼开始回到它们出生的河流时，从八月下旬到十一月，这只母熊就成了渔夫。鲑科鱼类——在太平洋西北部共有九种：红大麻哈鱼、大鳞大麻哈鱼、银大麻哈鱼、细鳞大麻哈鱼、大麻哈鱼，以及山鳟、金鳟、阿帕切鳟、硬头鳟——是溯河产卵洄游的鱼类，即成鱼在海洋中生活，每年回到淡水溪流中产卵。

鲑科鱼类在北纬四十度地区的沿岸共有九千六百个个体品种或种群，每个种类中的数亿只成员，从流入太平洋的一千三百条河流和小溪里逆流而上。当鲑鱼回到它们出生的水域时，整个森林群落都大快朵颐。从海豹和虎鲸在海湾和河口捕食它们，到鸟类和哺乳动物所发起的进攻，一直延伸到它们产卵的砾石区，鲑鱼和它们的卵以及后代喂养了无数的其他生物，包括人类。

在我们这棵树附近的溪流里产卵的细鳞大麻哈鱼特别适应老熟林，那里浓密的树冠遮住直射的阳光，让水保持低温状态。以腐败植物为食的细菌、真菌和无脊椎动物可以作为孵化后的鲑鱼苗的食物。水中的倒木和枝条不只会成为水流的小障碍，增加水流含气量，还会创造柔软的沙砾沉积床供鲑鱼产卵。森林树木的根抱住土壤，使可能会堵塞干净砾石床的侵蚀作用受到抑制。鲑鱼需要森林，当树林被砍光时，鲑鱼的数量就直线下降。

沿海的花旗松林为温带雨林，那里的土壤富含矿物质但缺氮，缺乏氮是限制植物生长的常见因素。然而这里的树和热带雨林一样，长得又高又粗。氮有几个来源，大部分来自空气，细菌和植物把空气中的氮固定于土壤中，或是来自长在树上的地衣。但花旗松林还有很重要的一部分氮来自海洋。



来自陆地的氮具有同位素^{14}N的特征。在海洋中，较重形式的氮，^{15}N，则比较常见。位于不列颠哥伦比亚省的维多利亚大学的生态学家汤姆·莱莫什，一直在追踪鲑鱼和氮的海洋同位素的命运，这二者都从海洋行进到森林。有五种鲑鱼（大鳞大麻哈鱼、银大麻哈鱼、红大麻哈鱼、大麻哈鱼和细鳞大麻哈鱼）在离开它们出生的河流后，会在海洋里生活二到五年，它们进食生长，在身体组织里累积^{15}N。回到淡水中产卵时，它们被渡鸦、白头海雕、熊、狼和其他动物，诸如昆虫和两栖动物所食，然后这些动物再把富含氮的肥料排放在森林里的各个地方。熊大部分在夜间进食，它们是独居动物，会把鱼带到离河边二百米的地方独自享用。熊喜欢吃最好的部位——脑和腹部，然后再回到河边抓另一条鱼。在一季之中，一只熊会把六百到七百条鲑鱼尸体散布于整个森林，并沿路大小便。鸟类和其他动物则把15N散得更远。莱莫什发现溪水和河流边的植物富含^{15}N，并证明了树木每年年轮里^{15}N的含量和当年鲑鱼洄游的规模具有相关性。沿着溪畔和河谷，鲑鱼形成了一条大动脉，每年给森林供应氮。

甲虫和蛞蝓吃熊留下来的鲑鱼尸体，寄蝇、麻蝇和丽蝇则把卵产在腐烂的鲑鱼肉上。不出几天，每具尸体的残肉上就爬满了蠕动的蛆。这些幼虫一旦长大，便掉落在林地上，在那里钻洞，躲进蛹里过冬。到了春天，数十亿只飞蝇出现，正好赶上北方鸟类的迁徙。鸟吃了大量载有15N的苍蝇。蜣螂把熊和其他狼的粪便埋在森林的腐叶堆里。同样，许多鲑鱼在产卵之后就死亡，沉入河底，很快就被覆上厚厚一层真菌和细菌，然后真菌和细菌反过来又被水生昆虫、桡足动物和其他无脊椎动物吃掉。当小鲑鱼从砾石中出现时，水中充满了可以吃的生物，这些生物含有来自它们父母的丰富的15N。莱莫什生动地展示出森林和鱼彼此相互需要，在一个独立的、相互依赖的系统中，将空气、海洋甚至于整个半球联结起来。

树冠层上的住民

在鲑鱼洄游的高处是浓密的树冠层，蚂蚁和一大群其他的生物就占据在此处，我们可以称之为地球的高楼层，这里有点像盘踞在离森林地表六十米高的仙境。花旗松每年约有三分之一的针叶会掉落（可能有两千万枚），其中有许多掉到地上，但也有不少落在宽广的高层

枝条上，并留在那里。几年之后，这些针叶堆形成相当大的垫子，厚达三十厘米，总覆盖面积达数百平方米，上面聚集了许多生物，它们和森林的地表生物一样，忙着把植物屑转化为土壤。然而树冠上的杂物堆和森林地表上的不一样，它们会被暴露在阳光和雨中。最后，树冠层里腐烂的垫子变成肥沃的土壤，庇护整个由植物、脊椎动物、真菌和昆虫所构成的群落，完全独立于地表之外——它成为一个独特的生态系统，一个最近才为人所知的生态系统。

这个美丽新世界的中心是那些属于节肢动物门的动物。地上的节肢动物，我们大都把它们叫作虫：蜘蛛、螨虫、马陆和昆虫。昆虫有三对腿，从每一节都有一对腿的多节动物演化而来。经过数千年，前几对腿演化成颚和触角（在黑腹果蝇的突变中，触角又变回从头部穿出的腿，揭示出该物种祖先的起源）。节肢动物有数百万种，最近的研究发现，花旗松林的树冠层里就有多达六千种，其中至少有三百种是新种，这使其成为亚马孙雨林以外的最大的物种多样性种源库。有些物种，如微小革螨，在南美洲、北美洲都未曾被发现，只有在日本曾被发现。还有一些物种在地球上已经找不到了。每棵树都有自己特有的昆虫群落，这是一群丰富而多样的野生生物，包括所有所谓的“植物依赖集团”：掠食者、猎物、寄生者、食腐者，甚至“观光客”——例如蚂蚁，它们住在地上，只是路过而已。在某些案例中，例如在热带雨林里，整个物种就局限在单棵树上的单个垫子里。每当一棵树倒下，数十种独一无二的节肢动物就跟着灭绝。



土壤是陆地上的海洋。土壤和海洋都是光合作用生物的摇篮，它们也都被节肢动物所主宰。海洋中的节肢动物是甲壳纲动物——蟹、虾、龙虾，和各种水蚤、虱、沙蚤。在土壤里，节肢动物的位置上填满了蜘蛛、螨、甲虫和跳虫。在树冠的垫子里，蜘蛛是主要的掠食者。有些只有二十毫米长，以丝状蛋白质建造复杂的网子，捕抓蝇、蛾和同是住在垫子里的七十二种地螨。螨是微小的生物，在森林群落里的主要功能为分解植物碎屑，使其成为腐殖质。跳虫为弹尾目生物，其族群虽小，但也出现在这种土壤中。螨和跳虫在各种土壤中挖掘自己的通道。在露天草地上，两立方厘米的土壤中通常藏有多达五十只螨和跳虫；而在森林里，有着厚厚的落叶堆保持湿度并且还拥有许多开放空间，其数量可能是露天草地上的二倍。在树冠上的垫子里，其环境更接近于露天的田野，其密度与草地相当。

螨有四对腿，属于蛛形纲动物，而跳虫有六条腿和一对触角，比较像昆虫而非蜘蛛。约翰·卢伯克爵士是达尔文的邻居，有时候也是协作者，他对跳虫的主要运动方式非常着迷，于一八七三年最先这样描述跳虫：“下腹有一叉状器官，从尾部附近开始，大多数向前伸到胸部。”受到惊吓时，跳虫会把这有力的器官放开，跳到空中，有时能跳十五厘米高，相当于人类一跳就跳了六个足球场那么远的距离。卢伯克把跳虫归为昆虫，但这只因它们有六条腿。他补充说，未来的昆虫学家一定会认为它们是其他东西。美国自然学者霍华德·恩赛因·埃文斯同意这点，从其跳板运动方式来看，“它们似乎代表了一个六足动物的不同而独立的尝试”。其下腹分为六区，而非真正昆虫的十一区，它们缺少昆虫纲动物的某些体内特征。然而，蝾螈才不管它们是什么东西，至少在陆地上，蝾螈无论如何都会吃掉它们。在树冠层上，跳虫和螨、蜘蛛会被大型蜘蛛所结的球状网抓到，或为红胸 所食。

鸟粪、啮齿目动物的排遗物、蜕下的蛇皮、昆虫的排泄物、新鲜植物体、加工完成的腐殖质、雨和阳光，制造出肥沃的土壤。事实上，这土壤非常肥沃，以至于花旗松自然地从枝条上长出“不定根”以吸收养分。在石炭纪时期，当时根茎型的蕨类植物正要转变成树，根从躺在地上的枝条上冒出芽来——它们的枝条在地上伸展，而非向空中伸展。在森林树冠层的垫子中，埋在垫子里的顶端分生组织发育成根而非枝条。这些根的作用和地下根的作用完全一样，它们吸收空中土

壤里的水分和矿物质，并产生支撑固定作用。地下土壤里的氮是通过数百年前红桤木里的细菌的固定而形成的，而红桤木早已消失，当土壤里的氮渐渐用尽时，这些埋在空中土壤里的新根适时发挥作用，这或许不是出于偶然。

这次，氮来自地衣。在老熟林里，花旗松枝条的上侧如果暴露在空气中，它就会被覆上一层厚厚的黄绿色地衣（枝条下侧的阳光较少，通常长满了苔类和藓类）。树冠层上的地衣和树的关系可以看成是地下菌根真菌网络的空中版，这两种方式的功能相当类似，组成它们的物质也差不多一样。

地衣不是我们所认识的普通植物，它由两种与植物相关的生物构成——真菌和藻类。地衣是一株真菌包住一株藻，两者共同运作，成为一个单一的实体。因此，它是一种活化石植物，直接联结到原始海洋光合作用者，它们在原始海洋中开启生命把氧气填入地球的大气中，后来爬上陆地，成为维管植物。地衣是藻类适应陆上生活的另一条演化路径，其中约有三十七属的地衣与十三目的子囊菌，即带“囊”的真菌，形成了共生关系。真菌有根，可以吸水，藻类则进行光合作用，为这种生物的两个部分提供食物。它们相互结合，成为一个生物，分享彼此的功能和产物。这种共生关系非常成功，因此全世界有将近一万四千种地衣，它们生存的栖息地非常广，从南极洲到热带地区都有，它们也适应不同的气候，从沿海雨林到高山草地，它们也存在于从卵石、木造建筑到昆虫背部的每一种基质上。

地衣是极好的共生教学课程。一种真菌以其菌丝包住藻，菌丝尖紧紧地压在藻的细胞壁上，以微小的指头，即吸器，穿入细胞。藻通过光合作用产生糖分，真菌取走一部分——通常留下足够的糖分让藻细胞维持生命——还把水注进细胞里。真菌为藻遮阴，使其不受太强烈的阳光的伤害，并强化其光合作用的表面。到目前为止，这一切全都是共生关系。然而，在某些案例中，真菌拿走太多的糖分而导致藻细胞死亡——地衣之所以生存，只因藻细胞的繁殖速度比真菌杀死它们的速度还快。严格地说，这并不是互惠关系，更精确的说法是“控制性寄生”。

长在花旗松林冠层的地衣是俄勒冈肺衣，或称莴苣地衣，为一种肺草属植物——枝干上部是肺衣，底下是苔类。我们称之为肺衣是因它们的组织很像肺的内部，而且它们经常被作为治疗肺结核和气喘等

肺部疾病的药。普林尼的《自然史》的十七世纪的英文译本中写道，地衣“对治疗破裂或皲裂有神奇效果”。一公顷的老熟花旗松林可以支撑上吨的肺衣，其真菌控制着绿藻和蓝藻。地衣靠小钩子附在树皮上，当雨水从枝条往树干流时，地衣就加以拦截，抽出水中的氮，然后把水放掉，任其流到地上。当地衣死亡时，它就从树上掉下，落在树冠的垫子上或地上，这两种方式都会把地衣所积存的氮释放到土壤里。地衣取代了红桤木，成为有效的氮素固定者。地衣每年向每公顷森林供应高达四千克的氮——森林所消耗的氮量的百分之八十。地衣也就成为花旗松林群落的生物链里的重要一环。

现在，我们这棵树高达八十米。它的第一分枝长在四十米处，分枝的基部厚度为四十厘米，在成熟的森林里散布出宽广的锥状树冠。这片老熟林已经接近三百年了。这里一直经历着干旱与洪水，饱受着大量昆虫的侵袭，也承受着暴风雨的冲击。冬季愈来愈冷。树冠的垫子支撑着数以吨计的湿雪，它们对枝干所造成的压力似乎在逐年增加。根部在极为湿冷的状态下过冬。一两根枝条已经断落，树干上所留下来的树洞开始软化，成为真菌和昆虫入侵的通道。我们已经知道，树实际上无法抵挡这些侵袭，它只能隔离受害部位，重新调整养分通路，并封锁入口。一旦发生入侵事件，它能暂时加以控制，却无法复原。我们这棵树现在正怀着迈向死亡的种子。

第五章
死亡

树虽然死了，它的生命却还没结束。……即使树已经停止了所有的新陈代谢活动，它也不会倒，而是以枯立木的方式矗立着。……在大自然中，死亡和腐烂支撑着新生命。

这棵孤零零的树！——鲜活的生命

缓慢生长而不易衰老，

其造型和外观是如此壮丽

而难以被摧毁。

华兹华斯《紫杉树》，一八〇三年

到目前为止，树跻身地球上最长寿的生物之列。有些针叶树，如北美红杉和较南端的巨杉，可以活到三千岁——一八八〇年，缪尔声称他在一个巨杉的树桩上数到了四千道年轮。北美洲最老的树是一棵狐尾松，它现在位于加利福尼亚州的因约国家公园，可能有四千六百岁了，大家以《旧约》中长寿的玛土撒拉称之。一九五八年，一名来自亚利桑那大学的生物学家在同一个公园里发现了十七棵四千岁以上的树。墨西哥查普特佩克的一棵柏树被认为超过了六千岁。日本屋久岛上的一棵柳杉通过碳素测定年代法，被判定为七千二百岁。热带树没有年轮，较难测定年纪，但加那利群岛上的龙血树，一般被认为超过了一万岁，而澳大利亚有些苏铁（同为裸子植物）被认为有一万四千岁，而且还活着，虽然某些专家宣称这过度夸大。

既然树是如此长寿，那我们这棵树才五百五十岁就老态龙钟，这似乎有点惭愧。但它的生存环境和那些长寿的同侪比起来，没那么优渥，它活在湿冷的气候里，需要耗费大量的能量。由于树干的周长、树冠以及枝条的长度和高度每年不断增加，树每年的生长量也就必须逐年增加。在植物学中，这个现象称为红皇后效应，树必须愈长愈

快，才能保持不退步。新芽需要水分供应，其位置一年比一年远。春季的生长量逐年增加，而新生部位成为昆虫侵袭的标的，于是在冬季须医治的伤口也就逐年增加，而且要在它们成为鸟、蚁和腐木性真菌的入口之前进行治疗。如果没有这些侵扰，我们的树就可以永远活下去，但在森林里，它不可能避开这些问题。

除了昆虫侵袭之外，就目前所知，花旗松还容易受到三十一种其他植物攻击的影响。这些大都为真菌疾病，如褐色干腐病或花旗松落叶病。对这些疾病不可掉以轻心。和菌根真菌一样，病原性真菌通常专攻于单一的寄主物种，而在极端的环境下，它可以把该物种在地球上的每一个个体都消灭掉。美国榆以前是北美洲城市景观的代表，它被一种甲虫所携的真菌攻击而一病不起。曾经在东部落叶林里最受欢迎、最华丽的美洲栗，则是另一个具有代表性的例子。该树的分布范围从缅因州到亚拉巴马州，其树干直径达四米，树高达四十米。其果可食，裹着褐色、像苏联人造卫星似的毛刺，秋季落果，冬季供人捡拾。“我喜欢捡栗子，”梭罗在一八五六年十二月的日记里写道，“只是为了感受大自然送给我的丰厚礼物。”东部人以烤栗子作为冬天固定的主食。“整个纽约都在捡栗子，”梭罗补充道，“栗子不只被用来喂松鼠，它还是车夫和报童的食物。”然而，在该世纪结束时，一种庭园栗树苗自亚洲进口，这些树苗带有栗疫菌，它会引起茎腐病。这种真菌对本土的栗树具有毁灭性的影响，不到五十年，几乎连一棵美洲栗都看不到了。

在西海岸这边，引起根腐病的真菌有许多种，例如，松干基褐腐病菌会引起层状根腐病，对花旗松的危害特别大，虽然它也会感染大冷杉、太平洋银杉、亚高山冷杉和高山铁杉。这种真菌通过树木的根部传染，从已感染的树，通过树与树的根部相互交叉、生长在一起的地方，传给另一棵树（而非菌根合作的方式）。接种源会侵入树的活形成层，往上传布，离地不超过一米，但感染后的初期病征却一直蔓延至树冠，整棵树显得发育不良而偏黄。在感染后的一年内，球果开始发生不熟就落果的现象，这表示该树的繁殖年已经结束。

当入侵者长满之后，低处树干的树皮似乎永远潮湿、暗淡、呈水浸状，好像这棵树得不到温暖和干燥似的，的确这棵树无法得到温暖和干燥，因为真菌已经把它的木质部和韧皮部的通道塞住，阻止食物和水分的运送。腐烂处渐渐扩大，一旦渗入根部，树的木材就会变成

树浆，而低处树干的年轮会开始变成一片片的，相互剥离，宛如圆弧状的页岩一样。没多久这棵树就会死亡，但它还会当个枯木矗立好几年。枯立木没有叶子，成为鸟类的理想栖所，它们可以观察四周是否有猎物或掠食者出现。一旦被感染，一棵千年老树只要二到三年就会死亡。树失去了强壮的根，无法抓住地面，强风一吹便应声而倒。

多年异担子菌会引起干基腐朽病，这种真菌的孢子常年在空中飘，能够通过树木根部和茎部的伤口入侵——枝条掉落后的伤口、邻树倒下所擦撞的伤口、啄木鸟啄出来的伤口。这种真菌一旦入侵，就会慢慢地把树木的心材腐蚀为白色纤维块，其周围裹着海绵状的外壳。最后树干就被掏空了，通往根部的养分供应路线被入侵者截断，根部死亡，树倒下了。

这棵树的枝干可能已经感染了花旗松落叶病，它由皮裂盘菌属所引起，起初只是在该树春天新叶的叶背上显现出微小黄斑。当年不会发病，但冬季时，随着真菌孢子把菌丝探入气孔并偷吸针叶的冬天汁液，黄斑转为暗赭色。很快，除了最新的叶子之外，树的针叶全部掉落，而新叶上同样带着不祥的黄斑。在夏末之前，这批新叶同样会自动脱落。一旦被感染，树就死定了。

对观察人员来说，花旗松矮槲寄生所引起的症状最为明显，这种矮槲寄生只长在花旗松上。它是一千种常见的绿色寄生植物中的一种。根据欧洲传统，有些人在圣诞节时喜欢在其下方接吻。鸟类很喜欢槲寄生的浆果，从而以排泄物为其散播种子（槲寄生的英文mistletoe来自德文mist“粪便”和古英文tan“细枝”，即一只鸟将粪便拉在小树上，一两年之后，人们就可以在下面接吻了）。东部的变种黄叶槲寄生，生长于新英格兰南部的密枝上，横跨长度达一米，而矮槲寄生一如其名，很少大于二或三厘米。它是完全的寄生型，无叶绿素，雌雄异株。春天时，雄株会从长着雌株的树上散布孢子。到了秋季，雌株长出带有种子的深褐色或紫色浆果，当浆果成熟时，雌株靠着隐藏式弹簧，把果子弹到十五米外的邻树上。种子被包在黏浆里，可以黏在寄主的树皮上，种子一旦发芽，就把微小的吸根，也就是吸收养分的分支，伸进寄主湿润的韧皮层里，开始吸食。吸根由于从寄主那里吸取了大量的水分和养分，胀得非常大，这导致树木的受害部位变形、扩大。一旦被病毒侵入，所形成的一环细芽条（雄株），就使得树木更加衰弱。如果幼树被暴风雨折断的话，通常它会从槲寄生向上

长芽条的地方折断。有时候我们称此景象为女巫的扫帚，因为剩下的部分看起来就像一把手柄被插在地上的扫帚一样。

青草人

花旗松槲寄生和花旗松、道氏紫菀、道氏龙胆、道氏卜若地、道氏荞麦及道氏洋葱一样，都是一八二五年戴维·道格拉斯第一次在太平洋沿岸进行植物探勘时所采集的物种。太平洋沿岸的原住民称他为“青草人”。当地人虽然一开始认为他很可疑，但后来知道他不会伤害人，就随他去了。他眼力很差，经常跪在森林的空地上，对着空无一物的东西兴奋地大喊大叫。他于一七九八年生于苏格兰的珀斯，年轻时曾经在夫法区的邓弗姆林附近担任罗伯特·普雷斯顿爵士的园丁，当地现在依然热衷于观赏用草，一八二〇年，他在格拉斯哥皇家植物园当威廉·杰克逊·胡克的学徒。三年后他以采集员的身份加入了伦敦园艺协会，并三次奉派到北美洲来。这次是他的第二次行程，在茫茫大海中昏天暗地地航行了八个月之后，他下船进入了哥伦比亚河的河口。“真的，”他在日记中写道，“这是我这一生当中最快乐的时刻之一。”

如今要进入这片广大的森林，他发现，他根本就没做准备。他记下他所发现的糖松，这是全世界最大的树之一。一株倒下的标本高达七十五米，基部周长为十七米。离地四十一米处，树围还有五米。为了保存活球果，他相中一株矗立着的活标本。“由于我爬不上去，也没办法砍倒这棵树，我只好开枪将它们射下，我的枪声引来了八名印第安人，他们个个都以红土文身，带着弓、箭、骨矛和石刀。”道格拉斯冷静地向他们解释他要找的是什么，没多久，这八个人就帮他采集球果。

他碰到花旗松的过程没有那么戏剧性，但同样令人难忘。“树高得出奇，”他写道，“非常笔直，具有冷杉属所特有的锥状树型。这种树群聚或独自散布在干燥高地薄薄的石砾土壤上或者多岩石的环境中，树上悬着宽广的枝条，将土地厚厚地盖住，在这样的地方，这些树是如此巨大，而它们保持紧凑的习惯又如此一致，它们是自然界中最令人惊艳、真正优雅的物体之一。”森林里的树长得更高，但爬不上去，因为它们最低一层的枝条位于四十二米高的地方。他量了一棵倒下的标本：“全长六十九米，离地一米高的树身周长为十四点六米，离地四十八米高的树身周长为二点二三米。”在哈得孙湾公司一栋大楼后面就有

一棵树桩，其离地一米处的周长为十四点六米，没有树皮。“这棵树被烧掉了，”他写道，“以腾出空间给更有用的蔬菜——马铃薯。”

一八二九年到一八三四年是他的第三次也是最后一次行程，他把基地设于温哥华堡（现在华盛顿州的温哥华市）。这次，他的视力恶化得相当严重。他请人带植物给他，他自己也会带一些，这些植物大都以独木舟沿着锯齿状的海岸运送。两年后，他决定经由西伯利亚回到英国，由一名向导带领，他带着所有的标本和笔记，坐着独木舟沿着内海航道往北走。他们一直走到了弗雷泽河，但他的独木舟在此翻船，他遗失了四百份标本，还差点丧命。回到温哥华堡后，他决定走安全的路线回家：取道夏威夷。他在夏威夷待了十个月，本来还可以待得更久，但一八三四年七月十二日，他在采集植物的途中，跌进了动物陷阱，被一只发狂的野猪用犬齿刺死。那时他才三十六岁。当时科学界所知的九万二千种植物，由道格拉斯发现并采集的就有七千种。

枯立木与斑点鸮

树木结子高峰的次年是歉年，因为它已经精疲力竭了。其所储存的碳水化合物大都被种子带走，在一个真菌菌根的群落里，如果有二到三棵树在同一年大量结子，整个群落就会被消耗殆尽。在春天，新针叶尚未长出来之前，淀粉储存室就已经空了。而当年夏季干旱，加上过热，蒸发率很高，阳光过强，这些都会抑制光合作用，让新针叶生长不良、新芽成长缓慢、生长素产量低所造成的问题更加恶化。接着，冬季所带来的低温期，使零下十摄氏度的气温延续了一到数周，树可能会虚弱到撑不过去。树并不是被某个敌人杀死的，但很少有树能够抵抗住连续几年的一连串的、集中的、从各个方面同时袭来的压力。

那是一八六七年，这一年，墨西哥皇帝马克西米利安被处决；俄国以七百万美元把阿拉斯加卖给美国；卡尔·马克思出版《资本论》；意大利红衫军在加里波第的领导下二度进军罗马失败；加拿大自治领依据《英属北美法》成立。尽管我们的树有化学兵工厂的防护，但当针叶在春季里显现出警告性的橘色时，这也并不令人意外。最有效的杀死病原体的化学药剂是开花植物所生产的，开花植物就是被子植物，它们在根腐性真菌和食叶昆虫出现在演化舞台上之后，才演化出来，并大量繁衍。演化的过程是，裸子植物先出现，接着出现吃裸子

植物的昆虫和真菌，然后再出现被子植物，它们在竞争中远胜于裸子植物，因为它们会生产次级化合物，这既能吸引也能驱逐昆虫和真菌——它们主动控制敌人，而不是靠敌人手下留情。数个压力同时出现的不幸巧合，使我们这棵树的免疫系统弱化，让昆虫和真菌病原体得以越过边界的安全关卡，蔓延到首都。我们这棵树已经签下了自己的不平等条约。没有一棵树会因年老而死，更没有一棵树能长生不死。

氮是限制树木成长的主要因素，死亡是由于长期缺氮。氮也是昆虫想要而真菌拥有的东西。因此，当树遭受昆虫或真菌或二者的攻击时，它的第一个本能就是保护氮。当一枚针叶变为橘色时，树会放弃去救这枚针叶，而选择去救叶子里的氮，把氮送到其他尚未感染的部位。我们承认这于事无补，但树里面只要还有活细胞，它就会继续挣扎。

在某种程度上，努力去拯救一枚针叶是一种不必要的能量消耗。老针叶会掉落，长出的新针叶却更少。昆虫幼虫啃食新芽；真菌散布到心材里，并向下传到根部。我们这棵树在真菌把通道堵塞之前所做的最后一件事，就是将其仅存的次级化合物，也就是其化学兵工厂，通过菌根真菌送到根部，并传到邻树的根部，其中一些应该就是它自己的后代。在这场令人鼻酸的戏剧中，我们的树即将死亡，但它把剩下的化学武器搜集起来，送给群落，从而使它未来的基因有些许改善，在面对入侵者时，有更佳的防卫机会。

死亡是树木生命循环的一部分。树木的生长，会把活形成层变成死掉的心材。许多生物也展现出类似的死亡—存活循环，例如在人类的胚胎中，依照生长计划，某些在生长中的肢芽里的特定细胞会死亡以形成凹口，最后成为指头中间的空隙，而蝌蚪尾巴的细胞则在死亡后被吸入变形中的躯体里。我们这棵树的生存策略是以次级化合物填满心材中的细孔，以防止腐烂，但这种策略不是永远有效的，昆虫甚至真菌的演化速度比树还快，并且它们还建立了许多突破这种化学防线的方法。细胞壁被破坏，系统耗竭，树体一环又一环地被真菌侵入而转红，成为一层湿树浆。树即使处于最活跃的阶段，也只有大约百分之十的部分是活的。死亡就是这个比率逐渐下降的结果。



然而，树虽然死了，它的生命却还没结束。树没有明确的死亡时刻，动物则有：咽下最后一口气时，或是心跳停止、脑部缺氧时。即使树已经停止了所有的新陈代谢活动，它也不会倒，而是以枯立木的方式矗立着。其中心，有的部位成为海绵状，有的部位则空了，但周边还有不少良木。只要树的直径中有百分之十的木头是实心的，活树就可以保持立姿。一棵直径为三点五米的空心树，只要它的树干壁有十五厘米厚，它就能笔直地站着。枯立木所需要的健康木材更少，因为它没有枝叶，不会受风。在暴风雨中，枯立木就像一艘把帆收卷起来的船。因此，枯立木提供安全的天堂给许多鸟类、昆虫和其他动物。北美黑啄木鸟在树干上啄出庞大的椭圆形洞穴，我们并不清楚它挖洞究竟是为了找蚂蚁吃，还是知道在枯木上挖个洞，迟早会招来蚂蚁。有些洞被筑巢的茶腹 占用。有的则被飞鼠当成进入树内中空部位的入口，这解释了为什么库珀鹰和北方斑点鸮要栖身在枯立木的残枝上：寻找它们的下一餐。

北方斑点鸮体形中等，雄鸮平均体长四十八厘米，雌鸮则为四十二厘米。它们上身为巧克力棕色，下部为白色，头部、颈部和翅膀上有白色斑点，喉部、腹部和尾巴的下部有棕色条纹。它们眼睛的边缘有一圈暗色的框，看起来好像多年没睡饱似的。它们不迁徙，全天候住在老熟林里，夏季和冬季的食物不同。我们已经知道它们会猎食三十种哺乳动物和二十三种鸟类，还吃蛇、蟋蟀、甲虫和蛾。在夏季里，从黄昏后到天亮前半小时左右，它们栖身于枯立木上，抓飞下来挖松露吃的飞鼠；在冬季里，它们会飞下来抓在雪地上探险的兔子，以及经常出没于主枝和树冠层里的小型啮齿类动物。它们常常把猎物的头咬断后储存在树洞中——脑部是养分浓缩球。

北方斑点鸮除了在枯立木上栖息并储存猎物之外，还在上面筑巢，并搜寻枯立木里的穴居猎物。结果，北方斑点鸮几乎要完全依赖老熟的针叶林，它们有百分之九十五的巢建在二百年以上的树林里，其余百分之五则建在老熟林旁边的次生林里。它们的地盘很大——在北方的森林里，猎物不丰富，每对斑点鸮的地盘广达三千二百公顷。它们把巢筑在雷击过的中空树干里，或是毁损的枯立木里，有时则在飞鼠不再使用的啄木鸟洞里，它们杀死飞鼠并占用其巢穴。它们也会

利用苍鹰弃置的巢，或是自己在矮槲寄生丛上筑巢，但这种巢的结构不良。

北方斑点鸮每年都会回到同一个巢，直到巢坏了才另觅新巢。雌鸮于四月初产下二到三颗蛋，每颗蛋相隔三天，并负责所有的孵育工作，雄鸮则负责觅食。父母双方都会保护鸟巢——渡鸦会来偷蛋，苍鹰也会来吃雏鸟。除了巢里的寄生虫之外，斑点鸮没有天敌。据悉，有些斑点鸮会把活蛇带到巢里去吃寄生虫，并吓阻渡鸦和鹰。六周后雏鸟的羽毛长成了，到了十月它们就准备离巢寻找它们自己的领域，通常离母巢二百千米，这就是为什么广阔且连绵的大片老熟林对它们的生存如此重要。它们很少在开阔地或火烧后的区域里觅食，只有在找不到它们所习惯的栖息地时，它们才不得不经常往新生林里跑。在冬季里，许多当年生的雏鸮会因缺乏食物而饿死。

斑点鸮是由匈牙利移民约翰·克桑图什·德韦谢伊在一八六〇年描述并命名的，德韦谢伊于一八五五年加入美国陆军，驻守在加利福尼亚半岛南端的圣卢卡斯角，该部队奉命到美国西部探勘并绘制地图。德韦谢伊担任潮汐观察员，同时为成立于一八四六年的史密森学会采集标本。当时斑点鸮的分布范围很广，向南一直延伸到墨西哥。德韦谢伊发现这种鸟非常温驯，他在报告中写道，他可以走近一只斑点鸮，而不会把它吓跑，但这是一个不祥的特点，因为这种行为就是绝种的渡渡鸟和大海雀的特征。在他向全世界介绍第一只斑点鸮之前，灭绝该物种的力量已经侵入了森林。



到了二十世纪七十年代中期，由于栖息地的丧失——大部分缘于伐木，但自然因素也扮演了相当重要的角色——原先在里头生活的北方斑点鸮几乎全面灭绝。一八八八年的一场大火把一万公顷的老熟林破坏殆尽。一九八〇年圣海伦斯火山爆发，又将另一万公顷的森林夷为平地。一九八七年的一场世纪大火把四万公顷的斑点鸮的主要栖息地摧毁。当时，美国野生生物学家估计其数量仅有数百只（现在只剩下十四组繁殖对在加拿大，全都在不列颠哥伦比亚省），并强烈要求负责木材市场保有稳定林木供应来源的美国林务局，在已知的斑点鸮栖息地附近，划定老熟林保护区。有些保护区在工业界的反对声浪中建立起来，但还不够：保护区还不到总林业用地的百分之四，更不到斑点鸮生存所需面积的一半。

人类的需求，被工业技术强化、扩大，与其他物种的需求难以相容。即便斑点鸮的数量在不列颠哥伦比亚省已大幅减少，老熟林里的伐木活动也依旧在持续进行，而这里正是最后几只斑点鸮居住的地方。目前的预测显示，早在二十一世纪结束之前，斑点鸮就会绝种。由于斑点鸮是一种指标物种，当它们消失时，我们将会知道，养育它们也养育其他物种的老熟林，实际上也已经消失了。

大树

这件事从一场马戏团活动开始。一八五四年，一名前金矿工人乔治·盖尔，把一棵高达三十米的巨杉的树皮剥下，以一块一块的方式向东寄给巴纳姆，再由巴纳姆将它们钉回原形，以此作为“世界上最棒的表演”的一部分。东部人很少相信大自然存在这么大的树——其基部周长为二十七米，相当于当时的金刚。世人对英国水晶宫的另一场类似展览，也持同样的怀疑心态，这是从旧金山东部的北卡拉韦拉斯林中一棵还活着的树上，硬生生剥下的树皮。根据历史学家西蒙·沙玛的看法，当时这些巨树被视为怪物，“植物怪物展”，他在《风景与记忆》中写道。

在加利福尼亚州，活巨树吸引了比较正面的关注。一群群被称为朝圣者的观光客，被载到卡拉韦拉斯林来观赏那里所发现的大树。许多大树被砍掉，不只是为了提供大量的木材（五人一组的伐木队要花三周才能砍倒一棵树），还因为它们的尸体可以充作某种自然游乐

园。“他们在刨平的树干表面上，建了一座双球道保龄球场（还有完整的保护盖），”沙玛写道，“一棵被砍伐的红杉的树桩，则被做成舞池。”在一八五五年七月四日的美国国庆节，三十二人在一棵树桩上跳了四组沙龙舞。

大树成了一座国家纪念碑、一种象征，沙玛写道，“兼具实质国力和精神救赎”。当时的美国正在形成大陆意识，这种意识认为国家不只是从东海岸到西海岸而已，还要从未来回溯到创世纪。树把现在和人类难以想象的过去，联结了起来。霍勒斯·格里利年轻时就跑到西部，当时还说动不少年轻人追随他，他对大树所经历的无尽岁月感到神奇不已，他写道，它们来自“大卫在约柜前跳舞、忒修斯统治雅典、埃涅阿斯从烧毁的特洛伊城中逃出”的年代。其他人观察到，即使是比较年轻的树，它们也是从《圣经》时代就开始生长，事实上，它们与基督也处在同一个时代。“此地经历了多少岁月！”波士顿的《每日广告报》的一名西部特派记者于一八六九年如此描述某棵树：“它来自耶稣基督的年代，也许就在天使看到位于东方的伯利恒之星的那一刻，这颗种子就从温柔的草皮中冒出，长到九重天际。”

这些树具有让美国梦活力再现的强烈效果，因此，亚伯拉罕·林肯在美国梦最受威胁的南北战争中期，于一八六四年签下法令，把约塞米蒂划定为美国的第一座国家公园，这主要是在缪尔的力劝下，缪尔称红杉林为“圣地中的圣地”。这项法案不只保住了庞大的老熟林，还强调了这些地区应该受到保护，不得砍伐。

在更远的北方，也就是我们这棵树（现在是枯立木）所矗立的地方，来自经济的诱惑大于宗教上的因素：花旗松没有巨杉那么壮观，也比较容易砍伐，而且材质也比较好。一八四七年，英国做了一项测试，该测试发现用花旗松做成的船的桅杆要优于白松和波罗的海云杉，在此之前，英国海军一直用这两种木材做桅杆。英国海军部立刻宣布，每条十九米长、直径五十厘米的花旗松圆材，他们愿意出四十五英镑购买，二十二点五米长、直径五十八厘米的，他们愿意出一百英镑，这使得花旗松圆材的买卖比鸦片更好赚钱。

威廉·布罗奇船长登上“阿尔比恩”号，航入胡安·德富卡海峡，停靠在新邓杰内斯角，命令船员砍下价值三千英镑的圆材，不幸的是，这些树砍自美国的土地而非加拿大。当布罗奇连船带货被美国海关扣押时，他转而到温哥华岛雇用原住民工人，又砍了一百零七根圆材。然

而，他的船没有了，他必须把货留在原地。布罗奇在温哥华岛担任港务长，到一八五九年他过世时，愈来愈多的企业家已经充分了解了花旗松木材的价值。在其后的十年里，约有一百五十万立方米的原木，以及木瓦、木板、木桩和三千五百根圆材，从维多利亚被运到英国、澳大利亚和拉丁美洲。一八八七年五月二十三日，加拿大太平洋铁路公司的火车把第一批乘客拉进了温哥华这座繁华的锯木城市，这些乘客发现街道被常绿树枝干做成的大型拱门所装饰，宛如圣诞节即将来临，也许，他们是在安抚树神吧。当时城里开了六十二家锯木厂，火车载着一堆木材返回蒙特利尔，要花一百三十七个小时。

单一生命

俄罗斯地理学家格奥尔基·费奥多罗维奇·莫罗佐夫首先提出森林是“树的群落”的想法，虽然西方世界几乎不认识他，但他是建立现代生态学的灵魂人物。莫罗佐夫于一八六七年生于圣彼得堡。他在服役期间被派到拉脱维亚，在那里他遇到了年轻的革命家奥莉加·桑朵克，并与其坠入爱河，桑朵克鼓励他致力于农业科学，以便运用知识造福人民。莫罗佐夫选择了林学，并与桑朵克一起回到圣彼得堡读大学，他除了学习林学之外，还学习了动物学及解剖学，他对生物体的形态和功能之间的相互关系很感兴趣。身为热切的达尔文主义者，他逐渐了解到，自然是相互关系的复杂网络，植物物种之演化则是整体影响因素运作的结果，这些因素包括土壤形态、气候、昆虫、植物群落和人类活动。

一八九六年，莫罗佐夫去德国和瑞士学习森林管理学，之后回到了俄国，并从一九〇一年起担任圣彼得堡大学的林学教授，一直任教到一九一七年。他的授课内容及论文把森林管理学建立成了一门正式的植物学的分支学科。他在一九一三年出版的《森林乃是植物社会》中写道，森林是“一个独立而复杂的生命，其内部原件之间，以固定的方式联结在一起，和其他的生物一样，它们可以通过明确的稳定性被辨识”。如果稳定性改变，或被人类或气候变化摧毁（一八九一年，他亲眼见到大旱灾对沃罗涅日地区的松林所造成的冲击），森林就会受伤，而在某些案例中，它们会无法复原——而且受到伤害的不只是森林，还有组成森林群落的大量的生物，包括人类。莫罗佐夫相信，“森林不只是单纯的树木集合，而是一个社会，一个树的群落，树与树之间相互影响，从而产生一整个系列的新现象，这些现象并非只是树的

特性”。植物不仅要适应新的气候和土壤条件，他指出，还要彼此适应，以及适应周遭特定的动物、昆虫、鸟类和细菌。森林是一座复杂的、达到微妙平衡的纸牌屋，抽掉其中任何一张纸牌，我们头顶上的整座结构都会倒塌。

一九一八年，莫罗佐夫患了严重的神经紊乱症（也许是对一九一七年的十月革命缺乏热忱的委婉说辞），被迫从职位上退休，搬到了气候更温和的克里米亚，在此处，他观察到俄罗斯的森林遭到了快速而毫无感觉的破坏。两年后他就死了，享年五十三岁。

正如围绕斑点鸮问题的激烈辩论所显现的那样，莫罗佐夫发出的讯息——我们无法从森林群落中抽离任何一种生物而不影响包含人类在内的其他所有成员——并没有传到西海岸木材大亨的耳朵里。如今，花旗松已是北美洲最重要的木材树种，每年被砍伐、输出的木材达数十亿板英尺（一千板英尺约等于二点三六立方米）。斑点鸮只是受到伐木影响的一个物种。身为森林管理人，莫罗佐夫了解这种恶性循环：可能的情境是，移除老熟林会造成斑点鸮的灭绝，这表示飞鼠可能增加，从而造成飞鼠的主要食物松露的短缺，于是新树所能形成的菌根真菌量锐减，结果，森林里的树木就会不健康而缺乏经济效益。因此，斑点鸮是森林健康的象征，伤害斑点鸮就是伤害整个系统。华盛顿野生动物委员会在早期召开了一个听证会，以决定是否将斑点鸮列入濒危物种。在这个会议上，一名美国步枪协会的成员表示：“这不是斑点鸮的问题，这是老熟林的问题。”但他只说对了一半：森林生态并不是非A即B的命题，这既是斑点鸮的问题，也是老熟林的问题。而且，这既是人类的问题，也是地球的问题。

正如生物学家爱德华·威尔逊所观察到的那样：“在过去的半个世纪期间，森林的消逝，是地球史上最深远的环境变化。”自人类发明石器以来，森林就持续消逝。两千年前，几乎所有的陆地都是树木丛生的。古罗马军团砍伐法国南部的森林，以防止凯尔特敌军躲进森林偷袭。到了一七五〇年，法国只有百分之三十七的陆地上有森林，九十年中，二千五百万公顷的森林被摧毁了。到了一八六〇年，有三千三百万公顷的森林消逝了，而且森林消逝的数量正以每年四万二千公顷的速度增长。英国更是被砍伐成了不毛之地。当道格拉斯在花旗松林里目瞪口呆地闲逛时，不列颠群岛的森林覆盖率不到百分之五——平均每人所占的林地面积小于四十平方米。英国唯一的能源就是丰富的

煤矿，这是古代蕨类林的遗迹。相较之下，当时挪威的森林覆盖率达百分之六十六，平均每个国民有十公顷。英国不输克里米亚，已经把所有的树都砍光了，他们正在栽种来自北美洲的花旗松苗，以恢复消逝的林业。

从此之后，全世界都在伐木，而且近数十年来伐木量成指数级上升。根据联合国的数据，自一九八〇年以来（当时正因斑点鸮敲响了警钟），全世界的森林正在以每年百分之一的速度减少。如今，北美洲西部的温带花旗松林的面积还不到原始未开发前的百分之二十，而剩下的花旗松林，大部分生长在孤立隔离的老熟林小区域中，威尔逊称之为“栖息岛屿”。其间没有野生动物廊道将它们连接起来，而且，正如斑点鸮的处境所显示的那样，它们里面的生物多样性已经在下降了。但是甚至就连这些孤立的老熟林也会被砍伐。威尔逊指出，一个生态系统丧失了百分之九十的面积时，仍然可以保有半数的生物多样性——对一个未经训练或怀有偏见的观察者而言，这一切似乎都没有问题。然而，所丧失的面积一旦超过百分之九十以上，“剩下的那一半生物多样性可能就会被一笔勾销”。而这个关键门槛很容易就能被跨越。“在恐怖的情境中，”威尔逊写道，“配有推土机和电锯的伐木大队，可以在几个月中，就让这些栖息地从地球表面消失。”

我们对林业公司要公平，老熟花旗松林似乎也会自我毁灭。这并不是森林的结束，而是群落的转型。所有在高地森林中的花旗松最后都会因长得太大而无法养活自己，或是被昆虫或真菌杀死，而把位置让给在下层耐心等候的树种，西部铁杉和北美乔柏将取而代之，成为一片顶极林。以这样的方式看待森林，也许有人会问，为什么不能让伐木工人趁这些树还有点价值时，先将其砍下，以协助此自然过程？按照这个逻辑进一步推论，老树可以被改良过的新花旗松苗代替，这些经过基因调整的树苗，所拥有的恼人的木质素较少、长得更快，而且可以抵抗一大堆病虫害。至少，这是生物技术专家和林业从业者所描绘的景象。

在一处自然栖息地中，当一只斑点鸮失去了铁杉-乔柏顶极林的家时，它可以另外再找一棵老熟花旗松来安家。然而，如果栖息岛屿附近的树都被砍光了，那么它便无路可去了。一个大树的种植园并不等于一座老熟林。天然的顶极林拥有各种年龄的树木，从树苗到枯立木，包括森林地表上的断枝和落叶堆，它可以支撑鲑鱼族群和所有的

鲑鱼掠食者。再造林则是单一文化的林场，和生物多样性相反。正如美国森林学会在一九八四年进行的一项研究所确认的那样："没有证据显示，老熟林所具备的环境条件可以用造林的方式再现。事实上，这个问题基本上毫无意义，因为必须花二百年以上的时间才能找到答案。"斑点鸮可等不了二百年。

鬼行者

枯立木已经成为美洲狮最喜爱的休息场所。这是只上了年纪的公狮，它白天大都在枯立木基部打盹，下午晚些时候猎食，晚上则溜到小溪边悄悄地喝水。由于老熟林的特性，这里的大型掠食性哺乳动物并不多。黑熊和灰熊极少，且彼此相隔甚远——一只成年的雄性灰熊的栖息领域超过一千五百平方千米。早期的屯垦者和先前的萨利什人一样，住在离海较近的地区，位于山海交界处，靠海也靠陆地维生。然而，当他们的屯垦区扩大，男人有了女人和小孩，美洲狮就开始下山，抓走屯垦家庭带来的猫、狗。突然间，就像史诗《贝奥武甫》里的怪兽一样，大家几乎都未曾见过的强大掠食者，成了夜间的不速之客。

美洲狮是大型的猫科动物，公狮加上尾部可以长达二点七米。成年公狮的平均重量在八十千克左右，但曾任美国总统的西奥多·罗斯福射过一只一百千克重的，记录上最大的是一九一七年于亚利桑那州被射杀的那只，它重达一百二十五千克。它们是夜行动物，不冬眠，在森林里会从树上跳下来抓猎物。它们也被称为：山狮、彪马（印加语）、豹（在南部）和山猫（在东部）。它们在低处的树枝上等候，不论是鹿、麋或人类，只要从下面经过，它们就一扑而下，以犬齿咬入猎物的第四和第五节颈椎之间的地方，使其立即毙命。如果在开阔地域，它们会偷偷从猎物的后面接近，然后出其不意地猛烈冲刺，以肩部撞击猎物，将之扑倒在地。在交配期里（可能是一年当中的任何日子），它们在夜间会发出高音的吼声，听起来就像是一个喝了慢性毒药快要死掉的女人一样。它们让森林的黑夜充满了难以想象的恐怖。一度以猎杀美洲狮为生的加拿大自然作家劳伦斯称这种动物为"鬼行者"。他把美洲狮形容为高度进化的猎人，它"通常肃静而谨慎，但是在求爱或发怒时会发出恐怖的叫声，变得极为吵闹"。当它在森林中行走时，"它变得轻声低语，温柔优雅，比任何其他的北美洲的掠食动物都更机警"。

母狮通常在春季里产下三到四只幼狮，但有时会晚到八月才生产，其中两只幼狮可以活到成年，它们跟着母狮整整两年，学习狩猎。它们直到第三年才开始交配。公狮和母狮将共同生活一周左右，直到完成交配，然后就分道扬镳，各自建立地盘，地盘可达八百平方千米，其地点和大小每季都会随着猎物的变动而有所调整。因为一头成年美洲狮每年要猎杀六十只鹿一般大小的有蹄类动物，所以它需要多达七百只的猎物来支撑自己，这解释了为什么它需要如此大的地盘（生态学者汤姆·赖姆诚观察到，在自然界里，掠食者捕杀一种猎物的数量从不会超过其物种总量的百分之六，然而人类认为自己可以“控制”像鲑鱼、鹿或鸭子这样的野生物种，因此人类可以吃掉它们的百分之八十或九十，并保持它们的数量）。如果猎物很丰富，一如我们这棵树附近的猎物一样，美洲狮就可以经常捕食，而且只吃肝、肾和肠子，有时它们只在动物的颈静脉上咬一道小伤口，光喝血。



死尸中的生物

我们这棵树作为枯立木已经站了六十二年，相继成为各种动物的家，除了美洲狮之外，还有许多啄木鸟、一只花彩角鸮，几只飞鼠、花栗鼠、花尾蝠、山雀和茶腹 。最后，真菌继续无情地扩散到整棵树，使支撑枯树干的根部软化，树不再坚定地固着于地，而是顺势撑着。一九二九年秋，一场暴风雨从海岸边袭来（现在那里是人口稠密区），风雨打上山脊，在活树间弹动，前推后拉地折磨着这棵枯立木，宛如舌头在推弄松动的牙齿一样。枯立木没有树皮，吸收了大量水分，迎风面吸得更多，不一会儿，基部传来一阵低沉的刮擦声，附着在深根上的砾质土脱离了静止的大地。尽管风大雨大，树上大部分的栖息者还是倾巢而出，匆匆离开，到更坚固的枯立木里寻找新的庇护所。经过几晚的摇晃，这棵枯立木已经无法保持平衡，它在风中倾倒，断裂于邻树之间，邻树下斜的枝条将枯立木引开，以防主干被撞到，直到离地三十米处，这些枝条才闪开，任笨重的枯立木掉进下面的年轻铁杉层，有几棵铁杉也跟着倒下。没人听到倒塌声。

一块树枝的碎片掉进附近的溪流中，在水里翻滚扭转随波逐流，直到在溪水大转弯处，才被卡在岸边。它半掩在淤泥里，成为鳟鱼的庇护所，也是各种昆虫的食物。其他残枝则散落在林地上，把它们富含氮的地衣送给土壤。

由于这棵树是枯立木，它在倒下之后并不会给树冠层留下缺口，倒下的木头便躺在浓密的遮阴里，很快就被苔藓和真菌覆盖，这引来一对细腰湿木白蚁。一只有翅母蚁停在枯木旁，随后跟来一只同样有翅的雄蚁。这两只白蚁都呈淡褐色，近乎透明，长约十毫米，脉纹清楚的深褐色翅膀带着它们离开位于森林另一角的出生时的群落，来到这里。降落后，它们的翅膀便掉落，它们共同在倒木里挖出一个浅浅的蚁室，然后进入室内，从里面把洞口封住，在里头交配。

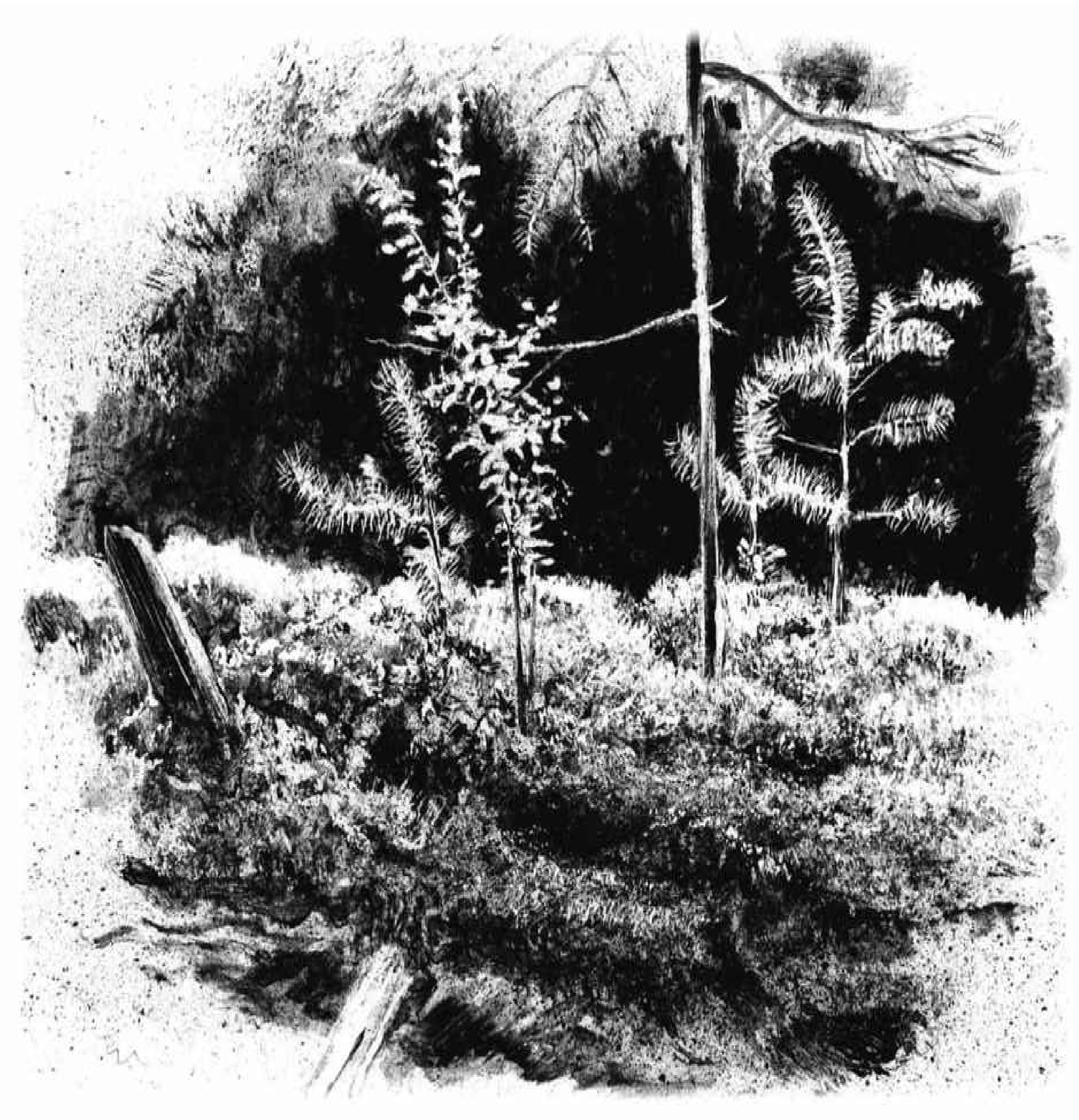
两周后，母蚁产下十二枚瘦长的卵，非洲的一些白蚁每天可产三万枚卵，相较之下，这一窝就显得人丁不旺，但已足够开始建立一个群落。其幼蚁会成为两种不同的阶级：繁殖蚁和兵蚁。它们共同执行群落里的所有工作，主要是在枯木里挖掘错综复杂的隧道系统，以及把食物带回来给皇后和国王。来年春天，繁殖蚁到群落的偏远处产

卵，而皇后也产下另一窝的十二枚卵，这个过程一再重复，直到这个群落有四千只蚁为止。因此，群落里的所有成员都有血缘关系，整个群落又分成几个小家族。兵蚁负责防止木蚁和其他白蚁进入群落地道，它们用庞大的头部及有力的锯齿状上颚把通道挡住，并将不受欢迎的入侵者从腰部切为两半。

白蚁是社会性食腐动物，它们以加速分解的方式，减少林地上的腐木，从而让土壤尽快获得养分。它们吞下木材纤维，但无法消化。但其内脏带着一群微生物，它们可以破坏纤维素并产生副产品，其中一部分会被白蚁吸收，其余的，如甲烷气体，则被排出。白蚁蜕皮时（把坚硬的外骨骼蜕掉以利生长），会连皮带内脏一起蜕掉，因此，蜕皮后它们必须吃同伴的排泄物以补充细菌。它们会以舌头相互打理照料，这么做的同时，也把活在内脏里的真菌孢子喂给对方，帮助喂养它们的细菌共生体。在热带地区，白蚁建立大量的群落，每一平方米土壤里的白蚁，竟高达一万只，它们是地面上最主要的生物，其生物量超过同一地区所有的脊椎动物。食蚁兽知道该怎么做。白蚁在太平洋西北部没有那么猖獗，但还算举足轻重。森林地表上的枯木，有三分之一靠白蚁的活动而化为土壤。它们的复杂地道所扮演的角色也同样重要，这些地道为真菌孢子和到此地落脚的植物先行建好通道，以便其利用腐木的软木材。

躺在潮湿林地上的这棵树，七百年前还是幼苗，现在则是倒卧的巨人，昔日位于底层的竞争对手，为它裹上寿衣。它正在腐烂。在大自然中，死亡和腐烂支撑着新生命。湿木白蚁和木蚁，螨和跳虫，分解性真菌和细菌，都已经侵入了这棵树的木材。木头的保护层已经千疮百孔了。这里几乎照不到阳光。从本质上说，这是地面上的一个隆起，慢慢地在数百年中，它将成为一块堆肥沃土。这棵树的残骸上铺着一层厚厚的苔藓和蕨类植物，其轮廓依稀可见，宛如毯子下的一棵死树。九月，有翅种子稀稀疏疏地落下来了。这些种子有些来自仍然高高在上的花旗松，但大部分来自西部铁杉。花旗松的种子不会在这块木头上发芽，因为它们需要阳光，而且喜欢矿物质土壤，正如我们这棵树最早于世纪大火清除了底层之后，所落脚的砾石层一样。但铁杉种子喜欢长在肥沃、阴暗而有机的土壤上，这正是我们这棵树的内部状况。到了春季，铁杉苗孔武有力的根部经由白蚁和蚂蚁洞向下穿进我们这棵树的树干，碰到白蚁背上所携带的菌根真菌，它们会长得非常茂盛。这块木头竟成了竞争树种的保姆。最后，新树的裸根会跨

骑在保姆身上，再进入土壤。当我们的树终于被分解为土壤时，森林中将会出现一长排西部铁杉，其笔直的队形近乎完美，每棵铁杉都长在一抔垄土上，这是其根部和我们那棵树的残骸所形成的矮丘。这些垄土将被覆上一层碎屑，这是老藤槭的落叶和道氏红松鼠的粪便，为寻找跳虫的鲑鱼提供庇护的剑蕨也将会长在垄土上。



保姆木

日后，将有两个人走过这座浓密的森林，见到笔直排列的铁杉，其中一人看出，那里以前应该有一块保姆木。他们将不会知道，这块保姆木曾经是棵巨大的花旗松，它出生于爱德华一世当上英格兰国王之时，倒于华尔街崩盘那年，但他们将同样感受到万物与地球合一的奇特性。他们将带着这个感受回家，让自己终生受用。

重要名词对照表

书报、法条名称

《手稿》 Notebooks

《自然史》 Historia Naturalis

《李尔王》 King Lear

《贝奥武甫》 Beowulf

《彼得松指南》 Peterson's Guide

《拉丁植物志》 Latin Herbarius

《林木志》 Sylva，or a Discourse of Forest Trees

《物种起源》 The Origin of Species

《花满地球》 Flowering Earth

《美食词典》 Grand dictionnaire de cuisine

《原始林》 Forest Primeval

《埃及植物志》 De Plantis Aegypti

《草木志》 De Vegetabilus et Plantis

《寂静的春天》 Silent Spring

《风景与记忆》 Landscape and Memory

《森林乃是植物社会》 The Forest as a Plant Society

《植物史》 Historia Plantarum

《植物本原》 De Causis Plantarum

《植物解剖学》 The Anatomy of Plants

《新草木志》 Neu Kreütterbuch

《资本论》 Das Kapital

《德国植物志》 German Herbarius

《暴风雨》 The Tempest

《论植物的性别》 De sexu plantarum

《树》 The Tree

《药物论》 De materia medica

《每日广告报》 Daily Advertiser

《英属北美法》 British North America Act

一到三画

乙烯 ethylene

乙酸 acetic acid

二萜 diterpene

二分裂 binary fission

二倍体 diploid

二十雄蕊纲 Icosandria

人类圈 ethnosphere

大叶槭 bigleaf maple

大冷杉 grand fir

大角羊 mountain sheep

大海雀 great auk

大仲马 Alexandre Dumas

大麻哈鱼 chum salmon

大鳞大麻哈鱼 chinook salmon

大阿尔伯图斯 Albert the Great

大餐与饥荒循环 feast-and-famine cycle

马钱子碱 strychnine

马利筋属植物 milkweed

马克西米利安 Maximilian

马克·吐温 Mark Twain

马塞尔·迪克 Marcel Dicke

上颚 mandible

上皮细胞层 epithelium membrane

子叶 cotyledon

子囊菌 ascomycete

山鳟 cutthroat

山毛榉 beech

三萜 triterpene

干草原 steppe

下胚轴 hypocotyl

四画

内生的 endotrophic

内皮层 endodermis

内面树芯 inner core

内层树皮 inner bark

内海航道 Inside Passage

乌斑攀螈 clouded salamander

乌得勒支大学 University of Utrecht

乌普萨拉大学 University of Uppsala

乌特纳比西丁 Uta-Napishtim

乌利塞·阿尔德罗万迪 Ulisse Aldrovandi

太平洋紫杉 Pacific yew

太平洋银杉 Pacific silver fir

太平洋浆果鹃 Pacific madrone

太平洋西北部 Pacific Northwest

水晶兰 Indian pipe

水晶宫 Crystal Palace

水杨酸 salicylic acid

水文循环 hydrologic cycle

木蚁 carpenter ant

木贼 horsetail

木质素 lignin

不定根 adventitious root

不列颠哥伦比亚省 British Columbia

不列颠哥伦比亚大学 University of British Columbia

巴西斑马木 Brazilian arariba

巴黎药学院 Paris's École de Pharmacie

巴隆山国家公园 Gunung Palung National Park

双雄蕊纲 Diandria

双螺旋的 double-helix

毛脚rough-legged hawk

毛细管作用 capillary action

心皮 carpel

心材 heartwood

火蝾螈 fire salamander

火险气候 fire climate

巨杉 giant sequoia

巨木贼 giant horsetail

丰年 mast year

气孔 stomata

牛肝菌 boletus

天蛾毛虫 hawkmoth caterpillar

方济各会 Franciscan order

邓弗姆林 Dunfermline

分子基材 molecular substrate

长柄铁心木 ohia lehua tree

凤梨科植物 bromeliad

比尔·里德 Bill Reid

韦德·戴维斯 Wade Davis

贝尔纳·诺埃尔 Bernard Noel

瓦斯科·达·伽马 Vasco da Gama

尤利乌斯·冯·萨克斯 Julius von Sachs

五画

北岛 North Island

北极圈 Arctic

北方山雀 boreal chickadee

北美独活 cow parsnip

北美乔柏 western redcedar

北美飞鼠 northern flying squirrel

北美红松鼠 red squirrel

北美蚊霸鹟 western flycatcher

北方斑点鸮 northern spotted owl

北美黑啄木鸟 pileated woodpecker

北卡拉韦拉斯林 North Calaveras Grove

圣卢卡斯角 Cape San Lucas

圣劳伦斯湾 Gulf of St. Lawrence

圣维克托郊区 Faubourg Saint-Victor

圣海伦斯火山 Mount St. Helens

圣托马斯·阿基纳 Saint Thomas Aquinas

加州藜芦 western false hellebore

加那利群岛 Canary Islands

加拉帕戈斯西红柿 Galapagos tomato

加拿大自治领 Dominion of Canada

加拿大太平洋铁路公司 CPR

卡利卡特 Calicut

卡亚波人 Kayapo

卡拉哈里沙漠 Kalahari Desert

卡尔·马克思 Karl Marx

叶肉 mesophyll

叶绿素 chlorophyll

叶绿体 chloroplast

叶绿体基粒 grana

外种皮 testa

外层树皮 outer bark

外生菌根 ectomycorrhizal

外生菌根真菌 ectomycorrhizal fungal

石松 club moss

石栎 tan oak

石炭纪 Carboniferous

石楠草 heathwort

弗雷泽河 Fraser River

弗吉尼亚草莓 wild strawberry

弗里茨·哈贝尔 Fritz Haber

弗里德里希·文特 Friedrich Went

生长素 auxin

生命原 vital principle

生物碱 alkaloid

白松 white pine

白令陆桥 Bering land bridge

白足鹿鼠 white-footed mouse

皮蒂宫 Pitti Palace

皮吉特海湾地区 Puget Trough

皮埃尔-约瑟夫·佩尔蒂埃 Pierre-Joseph Pelletier

龙血树 dragon tree

龙脑香科 Dipterocarpaceae

布袋兰 pink lady's slipper

布列塔尼 Brittayne

尼科洛·佩里科利 Niccolò Pericoli

尼赫迈亚·格鲁 Nehemiah Grew

甲醛 formaldehyde

边材 sapwood

四角病 Four Corners Disease

甘草蕨 licorice fern

鸟嘌呤 guanine

平滑木贼 smooth horsetail

印第安李 Indian plum

汉坦病毒 hantavirus

节肢动物门 Arthropoda

本沙姆煤矿 Bensham Coal

史密森学会 Smithsonian Institution

艾伦·斯蒂尔 Allen Steele

六画

约柜 Ark

约翰·雷伊 John Ray

约翰·缪尔 John Muir

约翰·伊夫林 John Evelyn

约翰·福尔斯 John Fowles

约翰·卢伯克爵士 Sir John Lubbock

约翰·克桑图什·德韦谢伊 John Xantus de Vesey

约翰内斯·谷登堡 Johannes Gutenberg

约瑟夫·别奈梅·卡文图 Joseph Bienaimé Caventou

约瑟夫·普里斯特利 Joseph Priestley

红尾鵟 red-tailed hawk

红桤木 red alder

红衫军 Red Shirts

红胸　red-breasted nuthatch

红交嘴雀 red crossbill

红树田鼠 red tree vole

红大麻哈鱼 sockeye salmon

红羽轴扑动　red-shafted flicker

西部铁杉 western hemlock

西部云杉卷蛾 western spruce budworm

西部红背无肺螈 western redback salamander

西部黑头长翅卷蛾 western blackheaded budworm

西蒙·沙玛 Simon Schama

亚述人 Assyrian

亚高山冷杉 subalpine fir

亚速尔群岛 Azores

亚历山大·孟席斯 Alexander Menzies

有序结构 ordered structure

有性生殖 sexual reproduction

有丝分裂 mitosis

华兹华斯 Wordsworth

华盛顿·欧文 Washington Irving

华盛顿野生动物委员会 Washington Wildlife Commission

向水性 aquatropism

向光性 phototropism

向地性 geotropism

多雄蕊纲 Polyandria

多菲内省 province of Dauphine

因纽特人 Inuit

因约国家公园 Inyo National Park

老熟林 old-growth forest

老虎百合 tiger lily

乔治·盖尔 George Gale

乔恩·卢奥马 Jon Luoma

夸克 quark

刚松 pitch pine

问荆 field horsetail

地螨 oribatid mite

全盘花 ocean spray

羽扇豆 lupine

传粉滴 pollination drop

米蒂利尼 Myteline

光伏电池 photovoltaic cell

安第斯山脉 Andes mountains

灰蓝灯草鹀 slate-sided junco

伪铁杉尺蠖 phantom hemlock looper

伦敦园艺协会 Horticultural Society of London

自然历史博物馆 Muséum d'histoire naturelle

扬·英根豪斯 Jan Ingen-Housz

朱塞佩·加里波第 Giuseppe Garibaldi

七画

阿托品 atropine

阿帕切鳟 Apache trout

阿留申群岛 Aleutian

阿威罗伊斯 Averroes

阿拉斯加狭地 Alaska Panhandle

阿兹特克帝国 Aztec Empire

阿萨巴斯卡河 Athabasca River

花旗松 Douglas fir

花尾蝠 spotted bat

花栗鼠 chipmunk

花粉囊 pollen sac

花彩角鸮 flammulated owl

花旗松落叶病 Douglas-fir needle blight

冷杉 true fir

冷杉锯角叶蜂 balsam fir sawfly

冷杉扁头吉丁 flatheaded fir borer

赤松 red pine

赤霉酸 gibberellic acid

豆科 Leguminosae

兵蚁 soldier

丽蝇 blowfly

苍鹰 northern goshawk

冻原 tundra

附肢 appendage

邱园 Kew Gardens

伽林 Galen

拟樱桃 osoberry

芥子醇 sinapyl

芳香醇 aromatic alcohol

韧皮部 phloem

沙龙舞 cotillion

还原论 reductionism

忒修斯 Theseus

芽状马勃 Gemmed puffball

体内平衡 homeostasis

佛罗伦萨 Florence

沃罗涅日 Voronezh

玛土撒拉 Methuselah

伯利恒之星 Star of Bethlehem

狄奥克莱斯 Diocles

层状根腐病 laminated root rot

杜威十进制分类系统 Dewey decimal system

克里斯·马泽尔 Chris Maser

八画

松鸦 jay

松雀 pine grosbeak

松科 Pinaceae

松杉目 Pinales

松杉纲 Pinopsida

松柏醇 coniferyl

松金翅雀 pine siskin

松柏植物门 Coniferophyta

罗吉尔·培根 Roger Bacon

罗伯特·贝特曼 Robert Bateman

罗伯特·普雷斯顿爵士 Sir Robert Preston

罗纳德·道格拉斯·劳伦斯 R. D. Lawrence

细胞器 organelle

细腰湿木白蚁 Pacific dampwood termite

细鳞大麻哈鱼 pink salmon

单宁酸 tannins

单倍体 haploid

单雄蕊纲 Monandria

奇点 singularity

奇里乞亚 Cilicia

波罗的海云杉 Baltic spruce

波利尼西亚群岛 Polynesian islands

金鳟 golden trout

金鸡纳树 cinchona tree

孢子体 sporophyte

孢子囊穗 strobili

欧洲蕨 bracken fern

欧洲羽节蕨 oak fern

顶极林 climax forest

顶端分生组织 apical meristem

刺柏 juniper

肺衣 lungwort

鸢尾 flag iris

虎鲸 killer whale

表皮 epidermis

苞片 bract

果胶 pectin

受体 recipient

炉甘石 calamine

咖啡树 coffee bush

鱼鳔槐 bladder senna

狐尾松 bristlecone pine

孤绿鹃 solitary vireo

昆虫纲 Insecta

线粒体 mitochondria

帕多瓦 Padua

苔藓植物 bryophyte

孟加拉虎 Bengal tiger

爬行田鼠 creeping vole

肾上腺素 adrenaline

固氮作用 nitrogen fixation

拉布拉多 Labrador

英国海军部 Admiralty

沿海萨利什人 Coast Salish

迪奥斯科里季斯 Dioscorides

杰罗姆·博克 Jerome Bock

彼得罗·达巴诺 Pietro d'Abano

居伊·德·拉布罗斯 Guy de La Brosse

九画

美洲栗 American sweet chestnut

美洲隼 American kestrel

美洲狮 cougar

美洲赤鹿 wapiti

美洲颤杨 trembling aspen

美洲野豌豆 purple vetch

美国榆 American elm

美国黑松 lodgepole pine

美国林务局 U.S. Forest Service

美国步枪协会 National Rifle Association

美国森林学会 Society of American Foresters

美莓 salmonberry

美因茨 Mainz

胚干 embryonic stem

胚叶 embryonic leaves

胚乳 endosperm

胚芽 plumule

胚根 radicle

胚珠 ovule

威拉米特 Willamette

威斯康星冰期 Wisconsin Ice Age

威尔士亲王岛 Prince of Wales Island

威廉·杰克逊·胡克 William Jackson Hooker

威廉·布罗奇船长 Captain William Brotchie

威廉·霍夫迈斯特 Wilhelm Hofmeister

哈奇 A.B. Hatch

哈蒂格网 Hartig net

哈得孙湾公司 Hudson's Bay Company

香豆醇 coumaryl

香蕉树 banana tree

查普特佩克 Chapultepec

查尔斯·罗伯茨 Charles G.D. Roberts

突变 mutation

突现特质 emergent property

柳兰 common fireweed

剑蕨 sword fern

柏树 cypress

毒蛾 tussock moth

革螨 beetle mite

鸦科 Corvidae

树胶 gum

种叶 seed leaves

柱头 stigma

奎宁 quinine

珀斯 Perth

独角鲸 narwhal

帝王蝶 monarch butterfly

柄细胞 stalk cell

类黄酮 flavonoid

胞嘧啶 cytosine

鬼行者 ghost walker

费城百合 wood lily

挪威云杉 Norway spruce

食腐质者 detritivore

保卫细胞 guard cell

神圣之命 Divine Order

相克作用 allelopathy

皇家花园 Jardin du Roi

钦赤塔拉斯 Chinchitalas

俄勒冈灯草鹀 Oregon junco

胡安·德富卡海峡 Strait of Juan de Fuca

科西莫·美第奇一世 Cosimo I de'Medici

十画

原鸡 jungle fowl

原基 primordium

原生质 protoplasm

原生质体 protoplast

原始细胞 protocell

原核生物 prokaryote

海枣 date palm

海达族 Haida

海绵状细胞 spongy cell

海滨山黧豆 beach pea

特氏鼩鼱 Trowbridge's shrew

特诺奇蒂特兰 Tenochtitlan

特奥夫拉斯图斯 Theophrastus

珠心 nucellus

珠孔 micropyle

珠孔道 micropylar canal

真细菌 eubacteria

真核生物 Eukarya

真核细胞 eukaryote

爱德华一世 Edward I

爱德华·奥斯本·威尔逊 E.O. Wilson

哥伦比亚河 Columbia River

哥伦比亚百合 Columbian lily

核酸 nucleic acid

核苷酸 nucleotide

根芯 root core

根冠 root cap

病原体 pathogen

病原性真菌 pathogenic fungi

莱姆病 Lyme disease

莱斯沃斯 Lesbos

高分子 macromolecule

高山铁杉 mountain hemlock

埃氏剑螈 ensatina

埃涅阿斯 Aeneas

桦树 birch

桤木 alder

臭菘 skunk cabbage

配子 gamete

桑人 !San

泰诺人 Taino

莫诺湖 Mono Lake

桃花心木 mahogany

莴苣地衣 lettuce lichen

被子植物 angiosperm

桡足动物 copepod

脊索动物 Chordata

胸腺嘧啶 thymine

诺喔赛定 Nervocidine

剧毒棋盘花 death camas

荷兰榆树病 Dutch elm disease

格拉斯哥皇家植物园 Glasgow Royal Botanical Garden

宾·克罗斯比 Bing Crosby

莉萨·柯伦 Lisa Curran

唐纳德·卡尔罗斯·皮蒂 Donald Culross Peattie

十一画

黄松 ponderosa

黄莺 yellow warbler

黄杉属 Pseudotsuga

黄花烟草 wild tobacco

黄眉林莺 Townsend's warbler

黄杉毒蛾 Douglas-fir tussock moth

黄杉大小蠹 Douglas-fir beetle

黄腹比蓝雀 western tanager

黄羽轴扑动 northern flicker

基因混合 genetic mixing

基因混合体 genetic mix

基因多态性 genetic polymorphism

基尼基尼克 kinnikinnick

鹿鼠 deer mouse

鹿蜱 deer tick

鹿头兰 deer-head orchid

菌根 mycorrhizae

菌丝 hyphae

菌丝体 mycelium

银树 silver tree

银杏树 ginkgo tree

银大麻哈鱼 coho salmon

萨斯科奇 Sasquatch

萨克拉门托 Sacramento

寄蝇 tachinid

寄生黄蜂 parasitic wasp

雪球地球 Snowball Earth

雪松太平鸟 cedar waxwing

铵 ammonium

萜烯 terpene

桫椤 tree fern

麻蝇 sarcophagid

梭罗 Thoreau

假升麻 goatsbeard

绿藜芦 green hellebore

野荞麦 wild buckwheat

弹尾目 Collembola

隐花植物 cryptogam

渗透作用 osmosis

控制性寄生 controlled parasitism

脱燃素空气 dephlogisticated air

清教徒移民 Pilgrim Fathers

菩菩利花园 Boboli Gardens

维利·布格德费尔 Willy Burgdorfer

菲尼亚斯·泰勒·巴纳姆 P.T. Barnum

十二画

黑尾鹿 black-tailed deer

黑暗时代 Dark Ages

黑头威森莺 Wilson's warbler

棉豆 lima bean

棉白杨 cottonwood

猴谜树 monkey puzzle tree

猴面包树 baobab

斯温氏夜鸫 Swainson's thrush

斯蒂芬·杰伊·古尔德 Stephen Jay Gould

普林尼 Pliny

普罗斯佩罗·阿尔皮尼 Prospero Alpini

温哥华堡 Fort Vancouver

温带阔叶林 temperate hardwood forest

越橘 red huckleberry

智人 sapiens

渡鸦 rave

筛胞 sieve cell

落叶林 deciduous forest

硬头鳟 steelhead trout

斑点鸮 spotted owl

紫朱雀 purple finch

雄甾酮 androsterone

氰酸盐 cyanate

蒂宾根 Tübingen

植物园 Jardin des Plantes

等位基因 allele

趋光运动 phototropic movement

奥吉布瓦 Ojibway

蛛形纲动物 arachnid

道氏红松鼠 Douglas squirrel

腓特烈二世 Frederick II

游走性红斑 erythema migrans

喀斯喀特山脊 Cascade Crest

博洛尼亚植物园 Botanical Gardens of Bologna

雅克·卡蒂埃 Jacques Cartier

鲁道夫·雅各布·卡梅拉留斯 Rudolph Jakob Camerarius

十三到十四画

路易·亚历山大·芒然 Louis Alexandre Mangin

路易吉·安圭拉拉 Luigi Anguillara

路易斯·阿姆斯特朗 Louis Armstrong

蓝莓 blueberry

蓝克美莲 camas

锡特卡云杉 Sitka spruce

蜣螂 dung beetle

跳虫 springtail

锦绦花 cassiope

溪木贼 water horsetail

楝树油 neem oil

嗜极菌 extremophile

腺嘌呤 adenine

矮槲寄生 dwarf mistletoe

裸子植物 gymnosperm

新邓杰内斯角 New Dungeness

溯河产卵洄游的 anadromous

塞巴斯蒂安·瓦扬 Sébastien Vaillant

酸豆 tamarind

熊果 bearberry

管胞 tracheid

蔷薇科 Rosaceae family

歌带鹀 song sparrow

漂泊鼩鼱 vagrant shrew

碳水化合物 carbohydrate

褐色爬刺莺 brown creeper

赫尔曼·科尔贝 Hermann Kolbe

十五到十七画

瘤果松 knobcone pine

墨角兰 marjoram

蕨类植物 pteridophyte

霍勒斯·格里利 Horace Greeley

霍华德·恩赛因·埃文斯 Howard Ensign Evans

糖松 sugar pine

颠茄 belladonna

橙剂 Agent Orange

蕾切尔·卡森 Rachel Carson

藏卵器 archegonia

藏精器 antheridia

戴维·汤普森 David Thompson

戴维·道格拉斯 David Douglas

螺旋体 spirochete

穗乌毛蕨 deer fern

十八画及以上

藤槭 vine maple

鼹鼠 mole